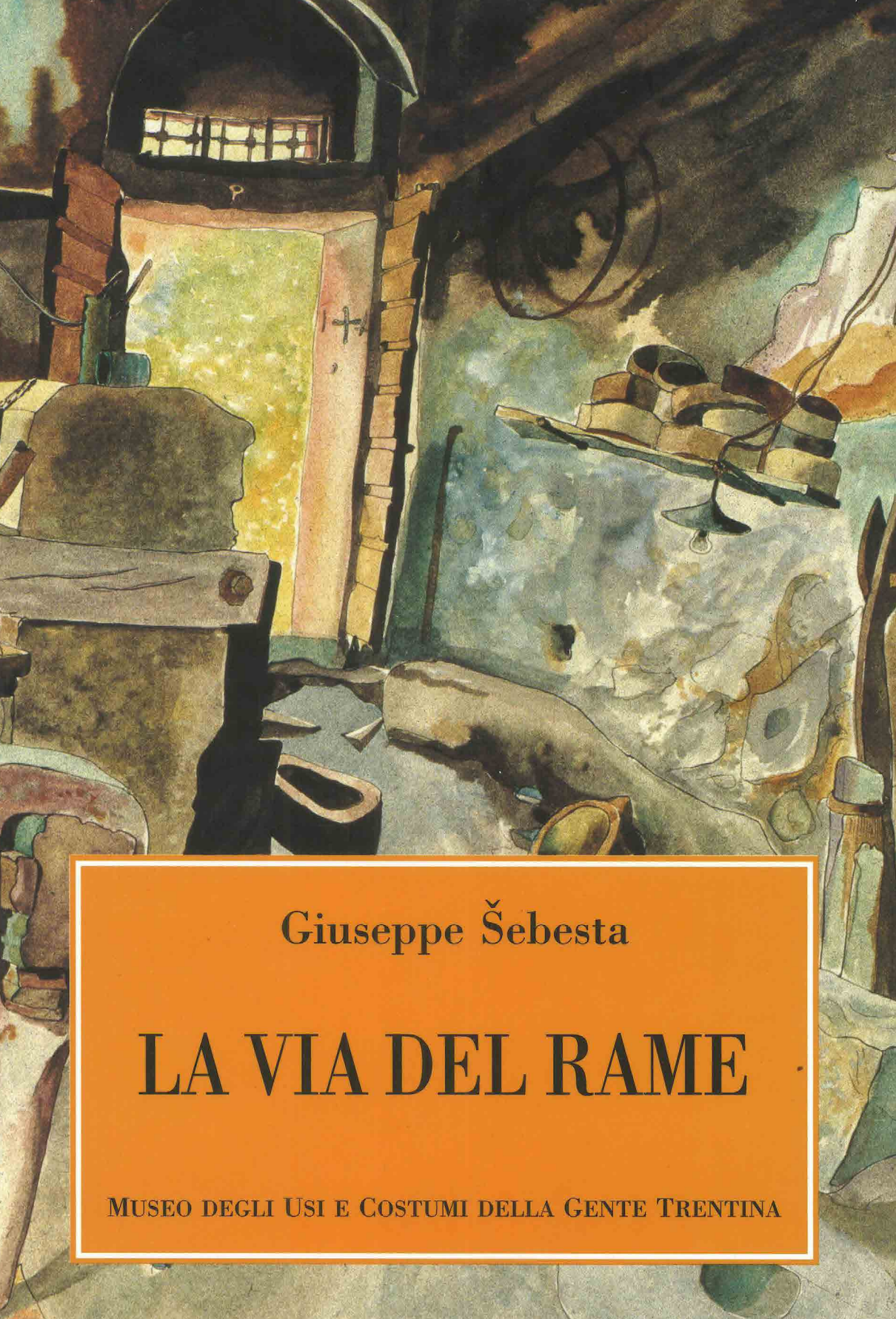




Giuseppe Šebesta

LA VIA DEL RAME

MUSEO DEGLI USI E COSTUMI DELLA GENTE TRENTINA

MONOGRAFIE ETNOGRAFICHE TRENTINE

Giuseppe Šebesta

LA VIA DEL RAME



MUSEO DEGLI USI E COSTUMI DELLA GENTE TRENTINA

© Giuseppe Šebesta 1992

Prima edizione: Supplemento a «Economia Trentina»
Rivista trimestrale della Camera di Commercio I.A.A. di Trento
Anno XLI n. 3 - 1992, da «Economia Trentina»,
1/1987 - 1/1988 - 4/1988 - 2/1989 - 4/1990

Seconda edizione: Museo degli Usi e Costumi
della Gente Trentina, San Michele all'Adige, 2000

Stampato su licenza della Camera di Commercio I.A.A.
di Trento (n° 13384 d.d. 01.09.2000).

ISBN 88-85352-15-4

MONOGRAFIE ETNOGRAFICHE TRENTINE - NUOVA SERIE

Collana diretta da Giovanni Kezich

Gian Paolo GRI, Chiara SAN GIUSEPPE, *I costumi popolari del Trentino negli acquerelli di Carl von Lutterotti*, MUCGT, 1994¹; 1996²

Christoph GASSER, *L'uccellagione nel Trentino 1850 - 1914*, MUCGT, 1995

Giuseppe ŠEBESTA, *La via dei mulini. Dall'esperienza della mietitura all'arte di macinare*, MUCGT, 1997²

Renzo M. GROSSELLI, *L'emigrazione dal Trentino. Dal Medioevo alla Prima guerra mondiale*, MUCGT, 1998

Mauro AGNOLETTI, *Segherie e foreste nel Trentino. Dal Medioevo ai giorni nostri*, MUCGT, 1998

Giuseppe ŠEBESTA, *In forma di museo. Il film dei primi anni nei ricordi del fondatore*, MUCGT, 1998

Mauro NEQUIRITO, *Dar nome a un volgo. L'identità culturale del Trentino nella letteratura delle tradizioni popolari (1796 - 1939)*, MUCGT, 1999

Stampa: Litotipografia Alcione - Trento

In copertina: *La fucina Manzoni di Vezzano*,
acquarello di Roswitha Asche © MUCGT, 1992

La via di Šebesta

Prefazione alla seconda edizione

Quasi coeva e del tutto consustanziale alla nascita del Museo degli Usi e Costumi della Gente Trentina è la proposta di Giuseppe Šebesta di provarsi a considerare in modo propriamente analitico la cultura tradizionale del territorio, segmentandone la continuità in una serie di «canali chiusi» che rappresentano altrettante filiere agrosilvopastorali o tecnologiche: nascono così la «via dei mulini», la «via delle malghe», la «via del legno» e finalmente questa «via del rame».

Si tratta di percorsi di ricerca che si traducono quasi contemporaneamente in altrettante sezioni del Museo e in pubblicazioni a stampa, secondo un progetto di lavoro concreto, nitido, praticamente inesauribile.

La via delle malghe (1982) e La via del legno (1983) sono agili quaderni didattici editi dal Centro Trentino Esposizioni e dal Museo e poi ristampati nella raccolta degli Scritti etnografici di Šebesta curata dallo stesso Museo (1991). La via dei mulini (1976¹; 1997²) e La via del rame (1992) sono prima apparse a puntate su «Economia trentina», il periodico della Camera di Commercio Industria Artigianato e Agricoltura di Trento, e poi raccolte in volume rispettivamente dal Museo e dalla stessa Camera di Commercio.

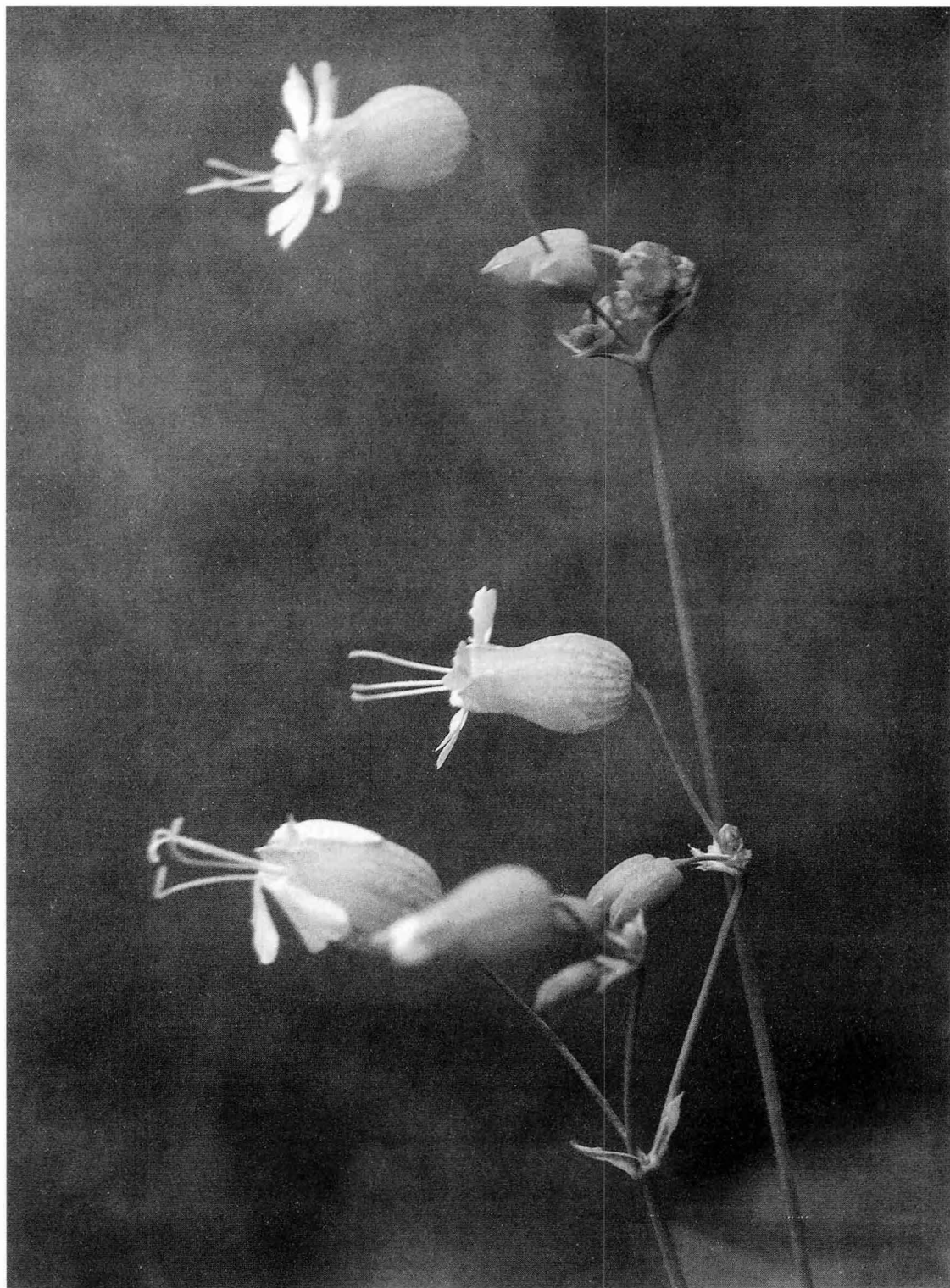
Nel 1997 il Museo ristampava La via dei mulini nella presente collana di «Monografie etnografiche trentine», cui ora fa seguito la ristampa nel medesimo formato, dietro licenza della Camera di Commercio, de «La via del rame»: una ristampa che contribuisce in modo significativo, crediamo, a una risistemazione ordinata ed editorialmente uniforme degli scritti di Šebesta.

Nel complesso dell'opera torrenziale e sempre ingenuamente eclettica di un Šebesta etnomuseografo ma anche cineasta, pittore e narratore – artista e scienziato insieme e a pari titolo – i contributi specifici di archeometallurgia ed etnometallurgia vanno forse collocati al vertice dell'interesse scientifico vero e proprio. È questa una via che Šebesta, innanzitutto chimico per formazione ancestrale, ha percorso interamente «in solitaria» con le sue ricerche e le sue osservazioni a tutto campo, raggranelando dati, stabilendo connessioni, raccogliendo le tessere di un mosaico ormai del tutto disperso e ricomponendole in un quadro d'insieme sintetico, originale, pieno di suggestioni. Questo stesso quadro non può non diventare fin da subito, in una bibliografia di settore quantomai succinta e lacunosa, un punto di riferimento imprescindibile per quanti, archeologi, etnografi, sperimentatori locali della didattica del territorio, si vogliano avvicinare alla storia della metallurgia.

È con questa precisa convinzione che il Museo presenta oggi questa nuova ristampa, sicuro di rendere un servizio utile agli studiosi e agli appassionati non soltanto locali di archeo- ed etnometallurgia: temi quanto mai negletti, collocati ai margini estremi di una mezza dozzina di discipline contermini, eppure, come Šebesta sa forse meglio di ogni altro, del tutto strategici per una qualsiasi comprensione analitica della storia culturale dell'uomo.

San Michele all'Adige, novembre 2000

Giovanni Kezich



SILENE INFLATA Sm. (foto Fabrizio da Trieste - Trento).

Tutto ciò che è stato fissato in questo elaborato è il frutto di una serie di ipotesi suffragate dagli studi di alcuni specialisti e di un ricercatore di campagna innamorato della metallurgia del rame legata alla preistoria, ed in particolar modo all'Ultimo Bronzo.

La scienza, oggi, fissa con dati inoppugnabili i punti di fusione dei vari metalli e le equazioni chimiche legate ai processi di trasformazione per cui da un minerale specifico si ottiene, per successivi passaggi, il metallo corrispondente.

Si sa che il punto di fusione del rame (1085°) è notevolmente inferiore a quello del ferro e che il rame si fuse in preistoria; il ferro no. Ma quest'ultimo si utilizzò largamente in preistoria, in tempi successivi all'utilizzo del rame, attraverso una serie di processi indiretti che evitarono lo scoglio della impossibilità della fusione che richiedeva temperature ancora irraggiungibili (1528° ca.).

Il lavoro e l'esperienza umana, di tanto in tanto per fortunate coincidenze, vengono a galla lasciando sorpresi.

A volte materiali, strutture, oggetti sconosciuti portano gli studiosi a voler spiegare, ad ipotizzare fuori di quel tempo esistenziale che purtroppo non è il loro.

Sono stati trovati un numero limitato di forni fusori, per minerali di rame, in Medio ed Ultimo Bronzo in Europa e non si è ancora accertato il predominio della forma a manica od a cupola o la contemporaneità delle due tipologie, né stabilite le altezze reali perché in gran parte abbattuti.

Benché si realizzassero le roste, che eliminarono in gran parte l'anidride solforosa, non si è potuto accertare se i forni fusori possedessero camini alti e strozzati. Questi ultimi avrebbero innescato un grande tiraggio disperdendo inoltre in alto i fumi venefici di anidrite solforosa per la calcopirite, con aggiunte di vapori arsenicali per il fahlerz.

È per questo motivo che, nel trattare la forma-funzionalità dei forni del rame, si è voluto introdurre la struttura di qualche forno dell'Epoca Ferro e Gallo-Romana per portare il lettore a riflettere sulle persistenze temporali, al di fuori delle cubature.

È probabile che certe fasi intermedie di processi fusori preistorici, giunti ed applicati fino ai nostri giorni, non siano stati considerati obiettivamente.

Alle conoscenze, in sede preistorica, sono state aggiunte alcune descrizioni tecniche di Autori significativi come Biringuccio, Agricola, il Marchese Della Fratta, lo Scopoli e Gorniani Degli Algarotti, per far capire che certi cordoni ombelicali della metallurgia preistorica possono provare dei riscontri da non sottovalutare.

È auspicabile che, attraverso sempre nuove ipotesi ed informazioni, ci si possa accostare a quelle verità affascinanti che purtroppo sono temporalmente lontane e, come tali, ipotizzabili solo con estrema cautela.



Cambrocoi - Malga Pez, quota m. 1645 (Valle dei Mocheni - Trentino).

La via del rame

PARLARE DI RAME VUOL DIRE PARLARE DI ATTREZZI E DI TECNOLOGIE. ATTREZZI E TECNOLOGIE MESSI IN ATTO MOLTO PRIMA DELLA REALE RICERCA MINERARIA E DELL'ESPERIENZA FUSORIA, MA CHE PER LA LORO FUNZIONALITÀ SPERIMENTATA AIUTARONO UOMINI SPECIALIZZATI AD APRIRE «LA VIA DEL RAME». QUESTO LAVORO TRATTA TUTTI I MEZZI REALI E POSSIBILI SFRUTTATI DAL MINATORE-METALLURGO DEL CALCOLITICO-BRONZO TROVANDO PUNTI DI CONTATTO MEDIOEVALE-RINASCIMENTALI ED A VOLTE ATTUALI.

DEDICO QUESTA MIA FATICA A DUE INDIMENTICABILI PROTAGONISTI: ERNST PREUSCHEN E RICHARD PITTIONI.

GLÜCK AUF 

La mia avventura metallurgica inizia a Rovereto presso lo Stabilimento Cofler, in tempo di guerra, quando nell'anno 1943 sono chiamato presso il laboratorio di chimica per la metallurgia degli acciai super-rapidi.

È un anno difficile in cui gli acciai al vanadio, tungsteno non giungono più.

Si è costretti ad operare tempere e rinvenimenti su acciai scadenti e ferraccio.

Per questo motivo comincio a rivedere le opere di Biringuccio, Bauer, Schlüter, Swedenborg per rintracciare qualche suggerimento che insegni a trattare il ferro in modo pratico, al di fuori dei trattamenti scientifici operati allora.

In tal modo un mondo dimenticato ritorna a galla portandomi ad una serie di applicazioni valide che, in altre condizioni, non sarebbero state considerate.

Poco dopo a Daiano, negli Stabilimenti Ducati, molte esperienze vengono riesaminate e rimesse in atto assieme all'indimenticabile Varda-

nega. Si riutilizzano le casse chiuse in ferro, colme di carbone di vari tipi di legno, per le cementazioni di lingottini di ferro. Si ripropone il massellaggio e la cementazione-riforgiatura di ritagli di ferro con il sistema del «cartoccio».

Così l'archeologia del ferro mi gettò nell'inferno degli stregoni.

Abbandonata Milano nel 1949 mi tuffai fra i manoscritti dell'Archivio di Stato di Trento alla ricerca di tutte le investiture minerarie, gli atti notarili prossimi ad eventuali centri minerari, gli stessi libri dei nati, morti, matrimoni di quelle aree.

Inizii poi la fase di controllo delle località individuate.

Durante un soggiorno ininterrotto (1949-1951) nella Valle dei Mòcheni (Perginese), impegnata per secoli in attività mineraria, la setacciai sistematicamente in lungo e in largo alla ricerca delle antiche miniere, delle discariche, dei depositi di rosticci, residui di attività fusorie.

La ricerca storico-documentaristica comparata con la ricerca di campagna rivelò che:

alcuni scavi minerari a cielo aperto, a quote specifiche, erano chiaramente anteriori ad estrazioni medioevali.

Le fonderie medioevali erano state sistemate nell'abitato di Palù, a Santa Orsola sul Fèrsina, sulla fiancata di Frassilongo-Fierozzo, a Roveda verso il Rigolor, a Serso sul Rio Nero, a Canezza sul Fèrsina, a Viarago, a Zivignago ai «Prati dell'Otone» ed ai loro piedi sul Fèrsina.

Tutto ciò, che in notevole abbondanza si ritrovava in aree elevate ed isolate della vallata, apparteneva ad altra esperienza estrattivo-fusoria ancora più lontana nel tempo.

Le mie ricerche di campagna continuarono in Brenstal, Val Cava, Malga Erdemolo, Val Cadino-Erdemolo, lago Erdemolo, Vetriolo, Cinque Valli, Roncegno, Telve, Tesino, Primierotto, Vanoi, concludendo in ricognizione la totalità del gruppo di Cima d'Asta.

Di aree fusorie, nell'ambito del Trentino, in sede medioevale-rinascimentale, avevano parlato Wolfstrigl-Wolfskron, lo Srbik, Trenner. Anche in Lavarone erano state fissate aree ben chiare prima ancora del novecento.

Nell'anno 1962 venni a conoscenza di un lavoro di Ernst Preuschen sulla attività estrattivo-preistorica dell'area di Vetriolo ⁽¹⁾ da me costantemente battuta dove avevo ammassato tutta una serie di levigatoi.

Iniziammo così una serie di contatti epistolari che cessarono con la morte dell'eccezionale studioso di campagna.

Pur avendo un nutrito carteggio ci incontrammo una sola volta e casualmente presso il Museo di Scienze Naturali di Trento, davanti alla vetrina che raccoglieva il «materiale Trenner» del Calisio.

Ci promettemmo un incontro, ma ciò non accadde. Quando il contatto era prossimo si ammalò.

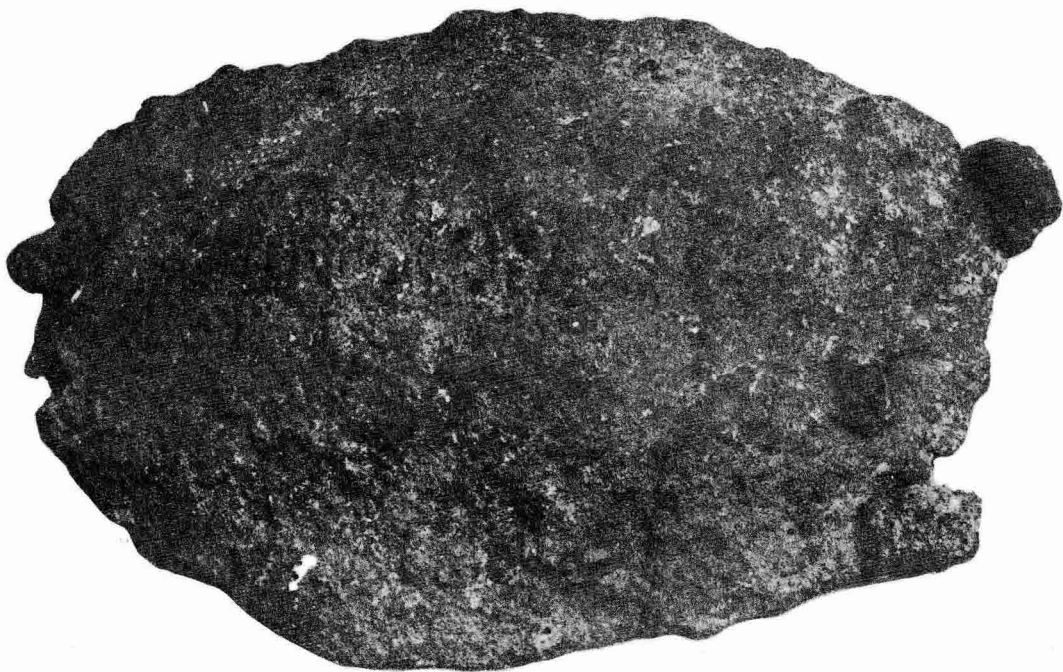
Le sue ultime lettere furono messaggi pieni di tristezza di non poter ritornare in montagna. Nei nostri colloqui parlammo di folklore, di leggende, del tema a noi caro, ma lui non accennò mai al suo lavoro fondamentale che ben conoscevo.

La sua ultima lettera mi fu spedita dal Krankenspital di Salisburgo, battuta faticosamente a macchina e firmata con sforzo supremo. Non seppi mai l'ora esatta in cui morì.

Prima mi angustiai per non averlo più incontrato. Poi, con il passar del tempo, pensai di aver inseguito le stesse verità e mi sembrò meraviglioso il fatto di esserci sfiorati. La mia ricerca di campagna mi aveva già portato in Jugoslavia, Bulgaria, Romania, Grecia, Turchia, Svizzera. Ho operato in Alto Adige, nel Friuli, nel Vicentino, in Lombardia, Piemonte e Toscana. Ho intessuto rapporti con altri due validissimi studiosi: Riccardo Pittioni, archeologo di fama internazionale professore emerito della Università di Vienna e Paul Louis Pelet della Università di Losanna.

Posso affermare, per questa mia avventura iniziata nei laboratori della Cofler, che la *Metallurgia primaria*, salendo lungo il territorio Illirico-Balcanico, non si è mai frantumata ed isolata, come può sembrare a prima vista,

⁽¹⁾ PREUSCHEN E., *Der urzeitliche Kupferbergbau von Vetriolo (Trentino)* in *Der Anschnitt*, XIV 1962 fasc. 2 p. 3-7. Bochum.



Lingotto di rame. Venne fotografato dall'autore nel 1968 di sopra, di sotto, di lato e pesato con una bilancia da campionatura. Lunghezza cm 22, larghezza cm 16,5, peso kg 4,75. Rintracciato in una discarica di materiale fusorio sopra Luserna e la strada del Bisele. Ignoto lo cedette a Chiesa Giuseppe di Caldonazzo che attualmente non lo possiede, né sa dove sia finito.

ma è parte di un tessuto connettivo unico che ripropone sempre una sola e lunghissima strada in tempi diversi. Una grande *pista di metallurghi* lungo la quale si misero in atto gli stessi metodi di ricerca mineraria, gli stessi tipi di lavoro operativo per una sola finalità: *produrre rame in quantità sempre maggiore*.

Nel 1976 il dr. Gerd Weisgerber del Museo delle Miniere di Bochum venne a trovarmi per vedere il mio materiale da pubblicare.

Acconsentii, ma fui travolto da altri lavori.

Al Museo degli Usi e Costumi della Gente Trentina di S. Michele all'Adige lasciai tutta una serie di incudinelle e levigatoi di eccezionale valore interpretativo raccolti sulle montagne trentine, fra i quali un unicum in Europa a forma rettangolare con scanalature oblique all'asse principale inquadrabile in periodo di transizione Bronzo-Ferro.

In area tipicamente minerario-fusoria rintracciai una pietra con possibili tracce di scrit-

tura che fotografai più volte, ma che recentemente non trovai più per i dilavamenti del terreno provocati da neve e da pioggia.

Le nostre cognizioni sui metodi di preparazione del rame in preistoria, in dettaglio, sono ancora limitate ed in massima parte vivono di comparazioni ed ipotesi. Anche questa «via» è incerta e tormentata, ma è indispensabile per la ricerca della verità.

Ci sono ricerche, in campo metallurgico e corrispondenti delucidazioni che non sono di pertinenza del preistorico generico.

Il problema è stato compreso così profondamente da R. Pleiner ⁽²⁾ che avvertì la necessità di introdurre, come premessa basilare al suo lavoro, un nutritissimo capitolo sulla attuale fucinatura del ferro.

Un esempio della necessità della conver-

⁽²⁾ PLEINER R., *Stare evropské kovárství*, Praga 1962, p. 19-41.

genza di tecnologi, preistorici, storici per la metallurgia si mise in atto nel Quinto Congresso Internazionale delle Miniere Spagnole ed Iberico-Americane ⁽³⁾.

Hans Gert Bachmann con i moderni metodi di analisi Röntgenfluorescenti (R.F.A.) applicati alla metallurgia dell'antichità, A. Garcia Y Bellido con la presenza del «Chalkós Tartéssios» nella penisola Iberica, J. Maluquer de Motes Nicolau con «Oreficeria nell'antica Spagna», Leonard U. Salkield con «Antiche scorie nel sud della penisola Iberica», O. da Veiga Ferreira con «Metallurgia primitiva in Portogallo in epoca calcolitica», J. M. Blazquez con «Fonti letterarie greche e romane legate agli scavi della Spagna romana», Claude Domergue con «Scavi auriferi nel nord-ovest della penisola spagnola durante l'occupazione romana», Fernando de Almeida con «Miniere romane in Portogallo», J. M. Luzon con «Attrezzi da miniera della Spagna antica», Manuel Y. Diaz con «Metalli e miniere in epoca visigota» *armonizzarono le loro ricerche per offrire un quadro globale e reale per la penisola Iberica.*

Non è possibile, in un territorio specifico, interpretarne la metallurgia preistorica senza conoscere la metallurgia storica e le corrispondenti esperienze messe in atto.

Tutti i ricercatori, gli sfruttatori di minerali di rame si sovrapposero quasi dovunque sulle aree di estrazione-fusione preistorica distruggendo le testimonianze precedenti.

Ma sulle montagne, lungo l'Arco Alpino, in Francia, Svizzera, Italia, Austria, Jugoslavia, lungo la catena Illirico-Balkanica questa sovrapposizione non le distrusse totalmente.

I metallurghi della preistoria operarono sulle montagne anche a quote elevatissime e nelle prossimità dei luoghi di scavo realizzarono tutti quei processi tecnici necessari alla produzione del *prelingotto* ⁽⁴⁾ o del *lingotto* ⁽⁵⁾.

I minatori romani, medievali scavarono negli stessi luoghi, alle stesse quote penetrando invece nel sottosuolo anche a notevoli profondità, ma non *rioccuparono mai le aree fusorie della preistoria per i processi intermedi e finali.*

Trasferirono, specialmente in medioevo, il minerale parzialmente o totalmente selezionato, in prossimità di centri permanenti collocati

sui fondovalle dove l'abbondanza delle acque, la facile canalizzazione permise, con la introduzione delle ruote idrauliche, l'impianto di complessi meccanici per frantumare, lavare, arricchire il minerale, fonderlo con imponenti mantici ed affinarlo.

Montevaccino, Santa Agnese, Pergine, Fornace, Civezzano, Viarago, Canezza, Levico, Roncegno, Caldonazzo, Predazzo, Fiera di Primiero divennero per il Trentino orientale le «Piazze» ed i «Mercati» della produzione e commercializzazione dei metalli di rame.

È questa diversità di operare nel tempo che deve seguire lo studioso nella ricerca di campagna.

- 1) La metallurgia preistorica presenta sulle Alpi a quote elevate nella stessa area:
cave
eventuali miniere
depositi artificiali di minerale carbonaie
roste di torrefazione
aree di lavaggio (laverie)
forni fusori
ammassi di scorie
- 2) la metallurgia medievale-rinascimentale presenta a quote elevate soltanto:
miniere
laboratori di arricchimento
qualche rarissimo forno fusorio (Rovedalago Ardemolo)

Tuttavia codeste considerazioni, fondamentali per l'Arco Alpino ed in particolare per il Trentino, non indirizzano verso una sicura ricerca preistorica se non esiste il supporto di altre informazioni che allarghino il *quadro dei test.*

⁽³⁾ «La minería Hispana e Ibero-Americana» VI Congresso Internacional de Minería. Leon 1970.

⁽⁴⁾ Prelingotti da commercio a forma di schiacciata con alto tenore di rame - il rame nero di penultima fusione.

⁽⁵⁾ Lingotto = il rame portato a massima purezza in forme convenzionali e standardizzate per il commercio.

Ricerca storica

È impossibile iniziare una obiettiva indagine preistorica se non si possiede una reale conoscenza storico-tecnologica.

Gli atti di investiture, quelli notarili, i canonicali possono aprire vasti orizzonti. Dagli stessi si può rilevare la notizia di una specifica miniera, la posizione geografica, il tipo di minerale estratto, gli anni di attività, la data di inizio e di cessazione.

Il Trentino, in questo settore, offre un ricco tessuto di annotazioni dal 1200 al 1900.

Non si deve pensare che questo tipo di indagine sia così semplice e che il materiale storico specifico esistente negli archivi sia stato totalmente classificato o si trovi sotto le specifiche voci: miniere-cave-metallurgia.

A volte occorrono assidue letture per rintracciare solo qualcosa. A queste acquisizioni si deve aggiungere la conoscenza delle antiche legislazioni, delle norme proposte negli «Statuti Minerari», delle opere sulla estrattività-metallurgia-tecnica scattate dal 1400-1500 in poi giunte a noi in latino o medio-alto-tedesco, con un corredo di termini squisitamente tecnici a volte di non facile interpretazione.

Un'opera letta affrettamente, senza penetrare nel tempo e nel pensiero dell'autore, potrà portare ad interpretazioni errate.

Ricerca di campagna

Pochi, lungo le catene delle montagne europee, si sono dedicati e si dedicano, a vasto raggio, allo studio ed alla ricerca della *metallurgia primaria* o di *base del rame*.

Non solo perché i luoghi utili alla indagine di campagna sono lontani dai centri abitati

o quasi inaccessibili da non permettere il trasporto a valle del materiale utile all'analisi-documentazione ⁽⁶⁾.

Pochi si sono dedicati perché, per l'assenza di sostanziali insediamenti in loco, le aree estrattivo-fusorie non avrebbero offerto al preistorico generico quella probabile abbondanza e varietà di manufatti tanto ambiti.

Esistono inoltre, lungo l'Arco Alpino, vallate e montagne da setacciare scarsamente segnate in mappa, dove la ricerca effettuata l'anno precedente deve essere ricontrollata perché il terreno è degradato in modo così vistoso da non essere riconoscibile ⁽⁷⁾.

A volte un'area rilevata e messa in carta, alla distanza di qualche anno, non esiste più perché una slavina di terra l'ha completamente sommersa ⁽⁸⁾.

La ricerca poi diventa ardua e problematica a quote fra i 1400-2000 m. dove le nevicate e probabili innevamenti offrono soltanto qualche mese all'indagine.

Per un obbiettivo studio della esperienza estrattivo-fusoria, legata ai minerali di rame, in sede preistorica, è necessario chiarire il significato di:

Metallurgia primaria o di base

Metallurgia secondaria

Metallurgia di fonderia

Metallurgia di fucina.

- 1) La *metallurgia primaria* è quella attività per cui un complesso di specialisti, attraverso l'impianto di uno o più forni fusori realizza, nelle prossimità dei luoghi estrattivi, metallo più o meno puro in *prelingotti* ⁽⁹⁾ o *lingotti*.
- 2) La *metallurgia secondaria* è quella attività per cui il *fonditore*, attraverso l'impianto di forni diversi dai *primari* e lontani dai luo-

⁽⁶⁾ Nel Cadorino, Trentino, Lombardia, per la impossibilità di trasporto, ho dovuto ammassare occultare decine e decine di «incudinelles» e «levigatoi» dell'Ultima Età del Bronzo.

⁽⁷⁾ Sulla Kamaus (Roveda), in una zona battuta per oltre 20 anni, a causa di una nuova strada forestale, il terreno fu mutato a tal punto che impiegai alcuni giorni a rintracciare i luoghi di scavo.

⁽⁸⁾ L'entrata di una miniera sulla destra orografica S. Martino di Castrozza-Primiero, rilevata a suo tempo dall'ing. Murara G e fissata da me in mappa non si rintracciò più perché occultata da una slavina durante l'alluvione del 1966.

⁽⁹⁾ Per prelingotto si può intendere anche un eventuale lingotto di II fusione con tenore, sebbene basso, di anidride silicica, solfuro di ferro.

ghi di fusione primaria, trasforma il rame nero o i *prelingotti* in *lingotti* di rame a basso tenore di impurità.

- 3) La *metallurgia di fonderia* è quella attività per cui gli artigiani, mediante l'uso di forni diversi dai primari e secondari, utilizzano in sedi permanenti i lingotti di rame giunti attraverso il commercio, per fonderli e «gettarli» in «stampi da fusione» o combinarli con altro metallo adatto al «colaggio».
- 4) La *metallurgia di fucina* è quella attività per cui l'artigiano lavorando su focolari aperti trasforma i lingotti a tipologia diversificata in oggetti per battitura a caldo.

Senza queste precisazioni non sarà possibile trattare il vastissimo e poco conosciuto campo della metallurgia preistorica del rame.

I forni fusori della metallurgia primaria sono evidenziati dalla presenza di imponenti discariche a profili particolari, (Roveda, Regnana, Cinque Valli, Vetriolo, Vignola, Luserna, Caoria) di rosticci e di ganghe ridotte in farina. Generalmente si presentano in batteria su allineamenti di 8-10 m.

I forni fusori secondari presentano testimonianze più ridotte. Non sono mai disposti in batteria ma distribuiti, anche a distanze fisse, lungo valli principali, in prossimità delle piste di traffico e commercio.

Tipologicamente sono diversi dai primi perché lavorano soltanto *prelingotti* provenienti dai forni a conduzione primaria. Qui vengono ridotti in autentico rame in forme poi calibrate e commerciali.

I forni della Vela ⁽¹⁰⁾, del colle di S. Nicolò, Roncegno ne sono i classici esempi.

Alla Vela si rinvenne una notevole quantità di rosticci a forma di schiacciata, regolarmente ammassati a catasta. Una partita di color bruno-nerastro, leggermente malachitizzante presentò l'1,5% di Cu.

La seconda nerastra, superficialmente vetrificata il 2% di Cu ⁽¹¹⁾. Con tutta probabilità i rosticci residui di un forno da specifica *metallurgia secondaria*.

A riconferma di ciò non venne rintracciata sabbia di scorie, ma alcuni frammenti di scorie sottili, lisce, piatte di color nero-blu di spessore tale da suggerire soltanto operazioni di ul-

tima riduzione mediante l'uso di crogioli *entroforno*.

Una incudinella di bellissima fattura, con funzioni meccaniche di recupero di scorie da bocca di forno, non fu presa in considerazione.

L'analisi dette i seguenti risultati:

- 1) Scorie color bruno-nerastro
SiO₂ 50% Fe₂SO₃ 27%
Cu 1,5% Zn 0,5% S 1%
- 2) Scorie nerastre, tipo vetroso
SiO₂ 25% Fe₂SO₃ 60%
Cu 2% Zn 0,6% S 0,6%

Definita un'area di ricerca attraverso la documentazione storica la si controlla:

- 1) Chiedendo nei paesi che vi sono inclusi notizie di antiche miniere.
- 2) Rintracciando eventuali leggende minerarie ⁽¹²⁾.
- 3) Rilevando toponimi che si riferiscano a miniere, forni, minatori, carbonaie, discariche. Per il Trentino tutta una serie di toponimi cercati e ricontrollati in loco od attraverso i documenti hanno aperto ancor più il campo alla individuazione di località ad attività estrattivo-fusoria. L'elenco merita attenzione: Argento (Val dell'Argento), Aquanà (località dove si lavorava il vetriolo), Ave-

⁽¹⁰⁾ Forno fusorio della Vela. Rinvenimento Gianni Decarli - Bergamo 1968. Scavi Museo Tridentino di Scienze Naturali 1969. FASANI L., ASPES L., TOMASI G., «Rivista di scienze preistoriche» XXIV p. 366 Firenze 1969 - STORTI C. dati analisi scorie Vela fornitimi da Fasani 1970. Romagnano. Šebesta G. rinvenimento suola forno 1959. Roncegno-Cinque Valli messa a nudo catino 1969.

⁽¹¹⁾ I valori in Cu dei rosticci della Vela per quei tempi sono degni di considerazione ed avrebbero potuto essere riutilizzati per una operazione di frantumazione, riduzione in farina, arricchimento e rifusione però con enorme spreco di energie e bassissimo recupero. Fanno parte probabilmente di un rituale specifico legato alla inumazione dei fonditori del rame.

⁽¹²⁾ HEILFURTH G., *Bergbau und Bergmann in der deutschsprachigen Sagenüberlieferung Mitteleuropas* Marburgo 1967. ŠEBESTA G., *Fiaba-leggenda dell'Alta Valle del Fersina e carta di identità delle figure di fantasia* 1973 Calliano, 1980 M.U.C.G.T.S. Michele all'Adige.

na (Rivo delle Avene), Brusadi (Dos dei Brusadi), Canopa (Porta dela Canopa), Canop (Stubn Canop), Canopi (I canopi), Cnoppn Wald, Carbonare (Le Carbonare), Carbonare (Val delle Carbonare), Carbonare (Il campo della Carbonara), Carbonare (a Carbonara), Cave (Monte di Cave), Cava (La cava dell'oro), Cholerhof (casa del carbone), Confernos (campo della fornace), Campo Fornas, Cuz (Dos del Cuz), Bus dell'oro, Fonderie, Fornace, Forn (al Forn), Forni (Valle dei Forni), Fornei (Rio dei Fornei, Fornas (Campo Fornas), Foppiano (Planum Furni), Fer (Monte Fer), Forno (Pian del Forno), Furnos, Fornu (A Ri Fornu), Fucine, Fusine, Fusil, Goldbrunn, Grobe (Mille Grobe-Zento Grobe), Grube, Locherpron, Locherhof (Maso dei pozzi), Locheri (Val dei Locheri), Lombardi (Val dei Lombardi), Mercato (Villa del mercato), Mercato (Piazza del Mercato), Millegrobe, Minerf (da mina), Miniera (Boal de la miniera), Lappenhof (Maso della scoria), Locherhof (Maso dei pozzi), Locheri (Val dei Locheri), Knappenhof (Maso dei minatori), Keulwisen (Prati del Carbone), Pirga (Prato in Pirga), Pirgahof (Maso alla purga), Pignatte (Val delle Pignatte), Pozi (super montem Pozi), Pozo (al Pozo), Purga (Val della Purga), Scefer (da Xafar), Schöngrub (Bella cava), Schöngrubspitze, Selembis (da schlem = purgatore), Silberberg (Montagna dell'Argento), Silberspitz, Slache (Prà delle Slache), Slache (Rio de le Slache), Slache (Val delle Slache), Slaghenaufl, Smel (al Smel = da schmelzer), Stagn (Boal del Stagn), Stoll; Stollen, Stravena, Stubn Canop, Tossego (Caverna del Tossego), Valdeforni, Valle dei Forni, Venna (il campo della venna).

- 4) Mostrando agli abitanti i rosticci specie di prima fusione (le scorie lisce, piatte, piccole sono sempre sfuggite alla loro attenzione). In queste inchieste i cacciatori sono i più validi collaboratori.

Se non si ottengono risposte esaurienti bisogna affidarsi alle carte al 25.000, al Monticolo, alla bussola a quadranti mobili, all'altimetro ed iniziare la ricerca sistematica.

Osservazione della vegetazione

L'osservazione della vegetazione è un validissimo aiuto.

All'inizio della primavera o in tardo autunno osservando anche a grandi distanze i versanti opposti di valle si possono individuare certe macchie di vegetazione che per il loro colore anomalo possono considerarsi un campanello di allarme.

La mancanza di vegetazione, quasi un buco, in un bosco rigoglioso, è un'altro segnale.

Sulle discariche, ricche di residui di minerali di rame, stentamente alligna il larice, l'abete, la betulla. Crescono sparuti, privi di cime. Le foglie sono marcescenti e la corteccia non è da meno.

Lo stesso Agricola ⁽¹³⁾ nel secolo XVI puntualizzava:

«Ultimamente gli alberi le cui foglie in primavera sono nerice e livide, i rami più alti tinti di qualche nerezza . . . sono segni di vene . . . In quel luogo dove molti alberi, disposti ordinatamente in lunghe file, perdono il loro verde fuori stagione o diventano neri o privi di colore, e frequentemente vengono abbattuti dai venti, lì, asseriscono, c'è qualche vena (filone)».

Osservazione delle erbe

Attenzione alle erbe. Rade, filiformi, di colore grigio bianchiccio, cristallizzano per brina, in modo sorprendente in tardo autunno.

Agricola sottolinea ⁽¹⁴⁾;

«Consideriamo le vene con l'osservare le brine che tutte le erbe rendono bianche. Da queste in fuori, quelle che crescono sopra le vene . . . cotali erbe dico sono più bagnate, e sembra che trasudino che biancheggiar per brina.

A volte, in località sature di residui di minerali di rame, le stesse cristallizzano lungo gli steli in colori verde-azzurro che richiamano il

⁽¹³⁾ Agricola G. «De re metallica» Lib. II. Da AGRICOLA G., *L'arte de' metalli*. Tradotto in lingua toscana da Michelangelo Florio, fiorentino. In Basilea per Hieronimo Frobenio et Nicolao Episcopio. M.D.LXIII.

⁽¹⁴⁾ Agricola, vedi nota 13.

colore del verde rame (v. Sébesta G. - Roveda, Vetriolo, Cinque Valli).

Sulla fascia degli alpeggi, lungo le aperture prative di malga (c'è da chiedersi a volte se i luoghi di malga non siano stati insediamenti metallurgici temporanei in preistoria e romanità) la *Silene inflata* ⁽¹⁵⁾ denuncia la presenza di terreno ricco di rosticci di rame.

A volte basta zappettare in superficie o strappare le piantine per rintracciarvi sotto scorie di II, III, IV fusione. (Cinque Valli-Valsugana).

La pioggia gioca un ruolo nella ricerca a distanza. Le *discariche* diventano oscure, violacee. Asciugando al sole mutano in color ruggine. Tale effetto si nota osservando da Roveda la montagna di Viarago. Infatti la calcopirite, la sua ganga ed i rosticci sono ricchi di ferro.

Non si devono trascurare le slavine, i terreni rimossi dalle intemperie dove non esiste più lo strato corticale erboso, né gli spazi con sabbia altamente vetrificata, consolidata pure in blocchi di color rosso-bruno malachitizzati.

Le acque

Le stesse sorgenti meritano attenzione. Sgorgando dalla roccia o filtrando dalla terra scavano quasi sempre una prima conca naturale.

Scendendo più sotto il moto dell'acqua crea delle autentiche «laverie». Là dove si forma un gorgo od un masso lo interrompe, si crea una lagunetta di riposo. Vale la pena di osservarne il limo, certe patine più o meno accentuate color verde-rame che velano il sassame (Vetriolo, Cinque Valli, Val Cava, Val Vanoi).

Cavità imbutiformi

La presenza, a quote elevate, nel sottobosco o sui falsi-piani di numerose cavità imbutiformi, concentrate, con diametri specifici e profondità costanti, di trincee artificiali non sono da trascurare.

Qualcuno si chiederà:

Come è possibile scoprire una vecchia discarica quando muschio, zolle erbose basse od alte, foglie marcescenti la celano all'occhio?

Basta camminare di buon mattino attraversando i pendii di vallata con il sole in controluce. Allora tutti i profili anomali si stagliano, particolarmente per l'esperto, con notevole chiarezza.

Ernest Preuschen mi scriveva: l'occhio è il miglior rivelatore per chi ha voglia di cercare, ma ancor più di camminare ⁽¹⁶⁾.

Domande chiave

Le domande cui deve rispondere lo studioso nella ricerca di campagna sono:

- 1) Dove sono collocate le cave o le miniere in un territorio specifico?
- 2) Si presentano, per talune caratteristiche, a cielo aperto o sono sotterranee?
- 3) A cielo aperto ad imbuto o trincea?
- 4) Sotterranee, seguendo soltanto la vena, con strutture portanti lignee?
- 5) L'attacco superficiale od in profondità è avvenuto col fuoco? Con mezzi meccanici?
- 6) Il materiale scavato venne selezionato?
- 7) Con quali attrezzi venne ridotto a dimensioni minori?
- 8) Si ridusse in farina per levigazione?
- 9) Si arricchì mediante l'uso dell'acqua?
- 10) Quanto minerale si perdette nel processo di arricchimento?
- 11) Si arrostì mediante la costruzione di roste?
- 12) Quali luoghi si scelsero per i processi di arrostitimento?
- 13) Quanti processi di arrostitimento si misero in atto sullo stesso minerale estratto?
- 14) Quali luoghi si scelsero per l'impianto dei forni fusori?

⁽¹⁵⁾ ZSCHOCKE K. - PREUSCHEN E., *Das Urzeitliche Bergbauegebiet von Mühlbach-Bischofshofen* Materialien zur Urgeschichte Österreichs, p. 5, Vienna 1932.

⁽¹⁶⁾ PREUSCHEN E., Ad litt. 12, 7, 1970.

- 15) I forni fusori si collocarono in prossimità od a distanza dalle cave o miniere?
- 16) Come si realizzarono i forni?
- 17) Quanti processi di ossidazione si misero in atto per ridurre il minerale a metallo?
- 18) Quali conclusioni si possono trarre dalle discariche, dai materiali, dai reperti archeologici?
- 19) Si utilizzarono attrezzi da miniera, tettoie, canali?
- 20) Le carbonaie si strutturarono in prossimità od a distanza dai forni?

È a codeste domande che si deve rispondere ed è solo dall'esperienza vagliata, comparata con altre che il quadro della metallurgia preistorica del rame si potrà allargare sempre più per dar adito a due domande-risposte:

- a) Questa metallurgia del rame in Europa, è sorta in centri isolati, un po' dovunque, allargandosi e fondendosi con altri?
- b) È il frutto di una corrente specifica di metallurghi che avanzando progressivamente da un unico centro ha portato innanzi lungo un'unica grande direttrice, a strade laterali divergenti ed a volte convergenti, la ricerca del rame e di conseguenza la sua utilizzazione?

NB - Levigazione = È il processo meccanico di va e vieni su una base di pietra per ridurre mediante un macinello grani di minerale in farina.

Organizzazione del lavoro

Con la fame sempre maggiore di rame e la messa in atto di una lega rivoluzionaria, il bronzo, la richiesta di rame divenne massiccia. Sorse perciò la necessità pratica di organizzare gruppi di uomini preparati a produrlo ed agli stessi dovettero essere affidate mansioni specializzate. Soltanto un *lavoro a catena* altamente *diversificato* poteva dare risultati positivi.

Le notizie lasciateci da Agatarchide attraverso Diodoro ⁽¹⁷⁾, Senofonte ⁽¹⁸⁾ mettono in chiaro lo sfruttamento di «gruppi di specialisti» che con il passare del tempo e con la schiavitù in atto raggiunsero livelli numerici elevatissimi.

Leggendo con attenzione «De vectigalibus», comparandolo con i rilievi effettuati da Ardaillon ⁽¹⁹⁾ non rimangono dubbi.

Si utilizzarono ricercatori di minerali, minatori, selezionatori di minerali, trasportatori, carbonai, carpentieri, muratori, fonditori.

I dati numerici, per località specifiche investite da minatori alla ricerca del rame in Austria in Bronzo, di Zschoke e Preuschen ⁽²⁰⁾ sono degni del massimo interesse.

In ogni miniera a Mühlbach-Bischofs-hofen sarebbero stati impiegati 180 uomini suddivisi in:

Minatori	40
Taglialegna	60
Selezionatori di minerale	20
Fonditori	30
Trasportatori	10
Bovari	10
Sorveglianti	10

Comparativamente, alla distanza di tre millenni, è opportuno considerare un gruppo di minatori-fonditori operante a Carvagnana nel 1783 ⁽²¹⁾.

Maestri e lavoratori al forno	3
Minatori compreso il caporale	16
Carbonai compresi due caricatori al forno	35
Portini del carbone	18
Portini della vena	68
Cavallanti con 6 bestie da soma	2
Muratori	8
Manovali	6
Scalpellini	4
Falegnami	2

NB. Il forno restò acceso per 7 mesi.

⁽¹⁷⁾ In Diodori Siculi *Bibliothecae. Liber XVI* a cura di Marta Sordi. Firenze, 1969.

⁽¹⁸⁾ SENOFONTE, *De vectigalibus*, a cura di Bodei Giglioli. Firenze 1970.

⁽¹⁹⁾ ARDAILLON E., *Les mines du Laurion dans l'antiquité*, Parigi 1897.

⁽²⁰⁾ ZSCHOCKE K. - PREUSCHEN E., vedi nota 15, p. 66-67.

⁽²¹⁾ FRUMENTO A., *Imprese lombarde nella storia della siderurgia italiana - Il ferro milanese tra il 1450 e il 1796*, p. 375, Milano 1963.

I due raggruppamenti, uno ipotetico ed uno legato a dati reali, mettono chiaramente in evidenza, al di fuori dei trasportatori, come il numero dei carbonai (taglialegna) superi di gran lunga quello dei minatori.

Sembra opportuno stigmatizzare che il numero dei «fonditori» proposto in Epoca Bronzo sia eccessivo.

Ammettendo che si dovesse demolire frontalmente e parzialmente il *forno di prima fusione*, il lavoro di *disboscamento-trasformazione in carbone di legna*, dati i mezzi del tempo e la quantità necessaria, fu senza possibilità di dubbio più lungo e quindi riducibile nel tempo solo aumentando il numero dei carbonai che dovettero rifornire, oltre i forni, il *primo processo di arrostitimento*.

Chiarisce l'argomento una serie di dati ricavati dalla costruzione di un forno fusorio Epoca Bronzo e di una carbonaia dalla sua messa a punto, stivatura della legna, processo di combustione e riduzione in carbone di legna ed estrazione dello stesso (Roveda, Šebesta G. 1963).

Forno fusorio

Costruzione del «catino» del forno e base di appoggio	ore	16
Cottura del catino	»	12
Messa in opera delle pareti del forno (camino)	»	20
Asciugatura del forno a fuoco lento	»	18
Totale ore		66

Carbonaia a pozzo

Scavo del pozzo Ø 1 m		
Profondità m 1,40	ore	10
Messa a punto del camino e degli strati di legna minuta	»	12
Copertura del pozzo	»	3
Combustione e trasformazione in carbone	»	72
Recupero del carbone	»	10
Totale ore		107

Non si sono aggiunti nel computo i tempi di abbattimento degli alberi, la scelta dei soli rami, il loro taglio in lunghezze standard (15-20 cm). Le ore diverrebbero rilevanti.

Per sole attività estrattivo-fusorie vennero distrutte in Europa dal 1200 al 1600 intere foreste a tal punto che, per mancanza di carbone, decadde poi molti centri metallurgici ormai industrializzati.

Fra il 1200 e del 1350 la copertura boschiva del Monte Calisio (Trento) fu distrutta così radicalmente che a tutt'oggi non è cresciuta più.

È logico che i gruppi di minatori-fonditori non mossero a caso nella ricerca del minerale da sfruttare.

La «corsa al rame» era iniziata partendo dalla catena degli Urali 5000 anni a.C. con progressive esperienze di ricerca-sfruttamento, legate per l'Asia Minore all'uso iniziale del rame nativo per martellamento. Come in tutte le imprese umane mossero prima le punte avanzate dei ricercatori-scopritori di minerali che Agricola, a ragion veduta, chiama ai suoi tempi «mineralisti»; specialisti che operarono ancor forse prima del II millennio a.C. in molte parti d'Europa trattando prima il rame nativo e poi i minerali dello stesso metallo. Una categoria di specialisti del Calcolitico e dell'Epoca Bronzo europea che ben conosceva un mestiere, ormai millenario (Trasmissione tecnologica medio-orientale) tramandato per esperienza diretta da padre a figlio (selezione del mestiere e professionalità) od entro i confini di uno specifico clan tribale, capace di individuare il luogo, il filone superficiale a volte notevolmente emergente provato da chiari segni e di valutarne la «potenza di resa».

Non si sarebbero certamente fermati là dove lo «sforzo estrattivo» non avrebbe garantito almeno una minima possibilità di recuperare una quantità sufficiente di minerale di rame per una «campagna fusoria».

Il rame nei suoi composti

Possiamo ritenere che il rame sia uno dei più antichi metalli utilizzati dall'uomo sia allo stato puro come in lega con lo stagno a formare il bronzo.

Il «rame nativo» duttile e malleabile per martellamento a freddo è facilmente riducibile

in lamine a spessori diversificati a seconda dell'uso.

Se puro fonde già verso i 1045° e si può ottenere dai suoi minerali per fusione a 800°C.

Una gran parte dei metalli non si trovano mai allo stato puro in natura e nemmeno in grande quantità e l'oro stesso, l'argento allo stato nativo costituiscono, come il ferro meteorico, delle eccezioni. È per questa loro caratteristica di associarsi ad altri elementi a formare composti che la loro separazione è difficile se non si opera con processi particolari ed a temperature tali da eliminare tutto ciò che disturba l'essenza del solo metallo. Se il metallurgo della preistoria non conobbe come oggi il significato della calcinazione e della ossidazione, all'atto pratico li dovette mettere in opera con sapienza e reale progressione.

I minerali più ricercati per l'estrazione del rame sono:

- | | |
|----------------------------|---|
| 1) Rame nativo | Cu |
| 2) Calcosina | Cu ₂ S |
| 3) Calcopirite | Cu Fe S ₂ |
| 4) Cuprite (rame rosso) | Cu ₂ O |
| 5) Bornite (rame paonazzo) | Cu ₃ Fe S ₂ |
| 6) Fahlerz (rame grigio) | Cu ₃ Sb (As S ₃) |
| 7) Malachite | Cu CO ₃ Cu (OH) ₂ |
| 8) Azzurrite | 2CuCO ₃ · Cu (OH) ₂ |

Il più *importante* fra questi minerali di rame è la *calcopirite* che allo stato puro contiene:

- il 34% di Cu
- il 30% di Fe
- il 35% di S

Prima dell'avvento romano per le Alpi Orientali e quindi per lo stesso Trentino solo la calcopirite fu la grande protagonista (R. Pittioni), ma per le mie ricerche nel perginese la tetraedrite confermata dallo Scopoli ⁽²²⁾ lo è in ugual modo.

Oltre il rame la tetraedrite può, per il nostro territorio, contenere notevoli quantità di Ag, Sn, Hg ed Fe.

Questi minerali inoltre si trovano associati a quarzo, baritina, siderite e calcite.

I giacimenti di calcopirite, riempienti fenditure, vennero conosciuti e sfruttati fin dal 1600 a.C. in Austria ed è per questo che trovano affinità geologica e tecniche minerarie di aggressione con lo stesso Trentino.

Resta una importante domanda da porsi: *i minatori dell'Epoca Bronzo di Mitterberg, Mühlbach-Bischofshofen, vennero a lavorare nel Trentino portando le loro tecnologie estrattivo-fusorie così come 2800 anni dopo giunsero da Kuina Hora e da altri luoghi al di là delle Alpi per introdurre nelle vicinanze di Trento una nuova metallurgia medievale? Il Trentino visse contemporaneamente questa esperienza? La sperimentò dopo?*

Arte premineraria

La storia della tecnologia di scavo non è legata alle cave od alle miniere intese come tesaurizzatrici di minerali da ridurre in metalli, ma allo scavo sia in superficie che in profondità per cercare l'*utile da sfruttare*.

Se è vero che le Lipari e Pantelleria rifornirono di ossidiana Malta 5000 anni or sono, come Milos la commerciò a Creta e nel «mondo egeo» e l'Armenia la esportò a Giarno e la Turchia fece altrettanto a Gerico e Cipro, l'estrazione coinvolse il fuoco, i sistemi percotenti, le leve da scalzamento.

Poiché l'ossidiana e la selce, come materiali qualificati per la realizzazione di attrezzi, precedettero di gran lunga l'utilizzo dei metalli dobbiamo pensare alle stesse come *stimolatrici della tecnologia organizzata di scavo*.

Se vennero recuperate in superficie lo furono anche in profondità.

In Polonia la selce si rintracciò già in mesolitico con operazioni di scavo. In Belgio, Inghilterra, Francia nord-orientale, nell'area di Lisbona, Sicilia in neolitico. Per l'Inghilterra il più efficace attrezzo da scavo fu il piccone di corno di cervo e di alce.

Se il mesolitico-neolitico propose tipologie diversificate di accette, asce e sistemi percotenti (mazze) in pietra appena abbozzata ed evolutivamente in pietra levigata, picconi, pale, mazze e mazzuoli in pietra o ricavati dal legno,

⁽²²⁾ SCOPOLI G., *Mineralogia sistematica e pratica*, p. 205-206, Venezia 1778.

con i residui delle corna e del legno si rifinirono cunei e zeppe.

In tal modo il «nuovo uomo minatore», al momento opportuno se li trovò fra le mani perfetti, funzionali per aggredire le rocce più dure e sfruttarne i tesori.

Il fuoco

Il potere reale del fuoco e la sua conoscenza di esercizio pratico scattata mezzo milione di anni or sono prima come mezzo di difesa, poi di riscaldamento, successivamente come fonte di cottura dei cibi, trovò una applicazione innovatrice nella cottura della ceramica proprio in quei luoghi dove avrebbe preso piede la metallurgia iniziale. Così divenne anche il mezzo più pratico e logico per aggredire la roccia.

Infatti dove la «vena» si marita alla roccia due diversi coefficienti di dilatazione sollecitati dal fuoco portano alla probabile frattura meccanica dei minerali.

I più noti scrittori antichi furono d'accordo sulla potenza-effetto del fuoco.

Agatarchide parlando delle miniere d'oro del Mar Rosso ci avverte:

«Abbruciano a forza di legne quella parte dei monti dove trovasi l'oro, che è scoscesa e di natura tutta aspra» ⁽²³⁾.

Diodoro Siculo non è certamente da meno:

«La terra piena d'oro, là dove è durissima, si rammollisce al fuoco» ⁽²⁴⁾.

Collegandosi ai Pirenei messi a fuoco dai pastori:

«Ora si racconta che essendo durato l'incendio, la terra era incandescente, dal quale fatto trassero il nome i Pirenei, trasudò per così dire una gran quantità di argenti» ⁽²⁵⁾.

Lucrezio è dello stesso avviso:

«Scoperti furono in seguito il bronzo e l'oro ed il ferro e il piombo e l'argento. A tal scoperta dette occasione di certo qualche orribil incendio che aveva immense foreste bruciate sui monti» ⁽²⁶⁾.

L'arte di attaccare le rocce più resistenti non fu abbandonata dai minatori con il passar dei millenni se lo stesso Agricola precisa che si operava così ancora nel XVI secolo:

«Ma quando i metallieri si trovano di fronte ad una vena durissima ed abbondante in metallo che quasi non può essere attaccata dal ferro, se i padroni delle vicine miniere dan loro licenza, la spezzano col fuoco. E la vena o si trovi davanti, o sopra o sotto il pozzo ampio, o sotto il cunicolo, si spezza col fuoco, ma non in una sola maniera. Poiché se il luogo dove si vorrà scavare sarà largo e spazioso, lì si accatasteranno tante legne quante si potrà, ma se quello è piccolo ve se ne sistemeranno poche. Il fuoco più grande con la sua forza frantuma di più la vena dei sassi del tetto e della sottostante roccia qualche volta: ma un piccolo fuoco neanche la rompe» ⁽²⁷⁾.

Un metodo, quello del fuoco, rintracciato da Zschocke e Preuschen nelle miniere di rame del Primo Bronzo in Austria ⁽²⁸⁾.

Ne spiegano felicemente la tecnica di attacco messa in atto in 32 miniere del filone principale di Mitterberg.

La montagna si aggrediva là dove affiorava la vena in superficie prima accatastando legna e poi dando fuoco. Dopo si scalzava con picconi e leve, si spostava il materiale sbrecciato e si riprendeva col fuoco.

Appena messo in atto un breve tunnel si riaggrediva la roccia sul fronte di avanzamento e sul cielo. Come la galleria procedeva si sistemavano delle solide impalcature di legno su cui

⁽²³⁾ AGATARCHIDE in *Storici minori volgarizzati ed illustrati*, T. III, p. 30, Milano 1829.

⁽²⁴⁾ DIODORO SICULO, vedi nota 17, lib. III, cap. VI.

⁽²⁵⁾ DIODORO SICULO, vedi nota 17, lib. V, cap. XI.

⁽²⁶⁾ TITO LUCREZIO CARO, *Della natura*, V. v. 1240-1245, Firenze 1969.

⁽²⁷⁾ Agricola «De re metallica» vedi nota 13, lib. V.

⁽²⁸⁾ ZSCHOCKE K. - PREUSCHEN E., vedi nota 15, fasc. 6 tav. Ia, fig. 1-2-3-4. tav. Ib fig. 5-6-7-8, tav. IIa fig. 1-2, tav. IIb fig. 3-4.

si strutturava un robusto pavimento di tronchi di legno per reggere nella zona di avanzamento il fuoco e dietro per accumulare i frammenti di roccia scartati. In tal modo si veniva completando una «galleria base» più o meno lunga che con il sovraccarico strutturava un corridoio di uscita che favoriva un «vento d'aria» unidirezionale. Scendendo in profondità per impedire che il sovraccarico del materiale non sfondasse il tetto della galleria base, si realizzavano gallerie cieche intermedie. Con questo sistema di *attacco-stivaggio* i minatori penetrarono fino a 160 m di profondità sfruttando la roccia per altezze rilevanti (30 m) (fig. 1).

Il metodo di attacco con fuoco in Epoca Bronzo trova una chiara affinità con operazioni analoghe registrate da Harrer fra i Wano della ⁽²⁹⁾ Nuova Guinea intenti a staccare col



Fig. 2

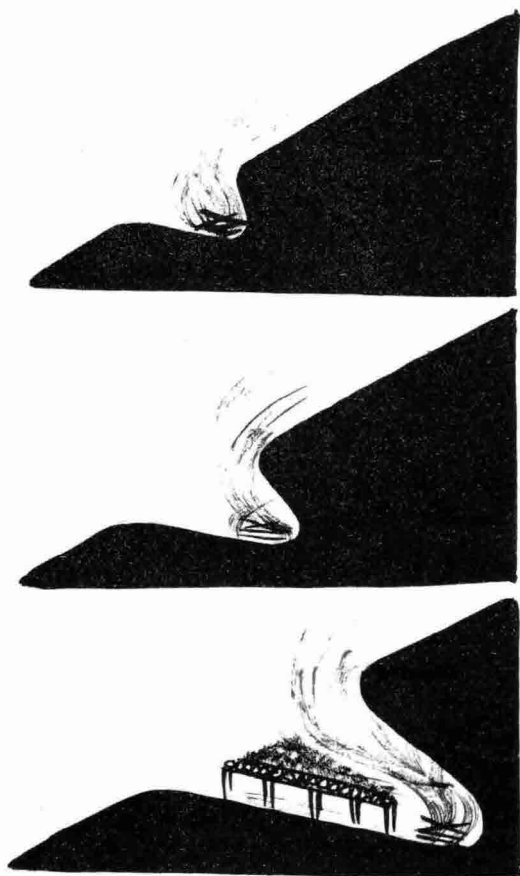


Fig. 1

fuoco dalla roccia madre i frammenti necessari alla realizzazione delle loro asce (fig. 2).

«A ridosso di un gran masso dai riflessi verdastri vennero appoggiati dei pali lunghi circa sei metri con cui i Dani costruirono una impalcatura. Vi stesero uno strato di pietre su cui accatastarono della legna da ardere. poi l'accesero e con le zolle erbose schermarono il calore sospingendolo contro la parete lievemente aggettante della roccia.

Quando infine la fiamma divampò si calarono a terra e stettero a guardare in silenzio. Attizzavano il fuoco di continuo, aspettavano, attizzavano ancora, aspettavano. Il fuoco arse anche durante la notte, ma quando stamattina mi destai, la situazione era immutata: la roccia era tale e quale. Poco dopo mezzogiorno . . . i portatori di misero al lavoro: con ciottoli, zeppe e pali si avventarono contro il masso e realmente dalla pietra calda ora si staccava un frammento dopo l'altro. Con pinze di legno

⁽²⁹⁾ HARRER H., *Ritorno dall'età della pietra*, p. 145-146, Milano 1964.

questi vennero messi al sicuro e febbrilmente si continuò a frantumare la pietra».

Ma il fuoco, per operazioni di abbattimento-frantumazione della roccia, era già stato utilizzato a Mur-de-Barrez per recuperare le selci ⁽³⁰⁾ così come in Calcolitico a Rudna Glava (Jugoslavia) in una miniera di azzurrite e malachite per ricavare il rame. La stessa tecnologia etrusca lo aveva ampiamente sfruttato a Populonia dove Simonin si esprimeva così:

«Specialmente per le rocce quarzose si usò il fuoco a tal punto che sulle pareti laterali e sul cielo delle gallerie si trovano le tracce lasciate dal fuoco» ⁽³¹⁾.

Attrezzi da percussione

Quando i minatori aggredirono con il fuoco la roccia si trovarono davanti a due alternative:

- 1) Raffreddarla violentemente con getti d'acqua o con allagamenti in modo da sollecitare il coefficiente dilatazione-contrazione roccia-filone, o del minerale stesso.
- 2) Lasciarla raffreddare per attaccarla poi con attrezzi percotenti, applicando lo scasso con leve.

A Mitterberg si misero in atto le due soluzioni con l'impiego di canali e condotte ⁽³²⁾.

Se è vero che il piccone penetra, rompe e scassa è altrettanto vero che anche la mazza lo può fare e quest'ultima è presente e diffusa in neolitico come il mazzuolo logicamente più piccolo. È soltanto il peso della massa percotente ed il tipo di immanicatura che ne determinano la funzionalità.

L'area di Mitterberg conferma in Bronzo Iniziale la presenza di due mazze di pietra ⁽³³⁾. Una di 22 cm di lunghezza del peso di kg 3,75 (fig. 3) La seconda di 16 cm pesante kg 2,59 (fig. 4).

La scanalatura equatoriale della prima ci richiama immanicature notissime in neolitico così come le due rientranze dell'altra, o le quattro di una terza, chiariscono il diverso tipo di attacco (fig. 5).



Fig. 3

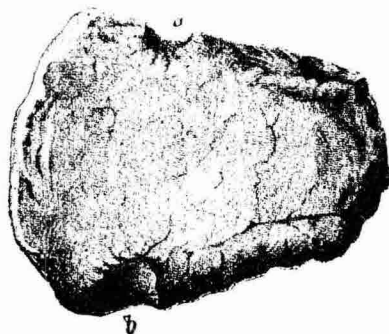


Fig. 4

⁽³⁰⁾ SANDARS H. W., *Grimes Graves Report*, p. 59, Londra 1914. CLARK J.G.D., *Europa preistorica*, p. 225-226, Torino 1969.

⁽³¹⁾ SIMONIN M.L., *De l'exploitation des mines et de la métallurgie en Toscane pendant l'antiquité et le moyen âge*, in *Annales des mines*, ser. V.T. XIV, p. 597, Parigi 1858.

⁽³²⁾ ZSCHOCKE K. - PREUSCHEN E., vedi nota 15, p. 31.

⁽³³⁾ MUCH M., *Die Kupferzeit in Europa*, p. 258, fig. 95, Jena 1893.

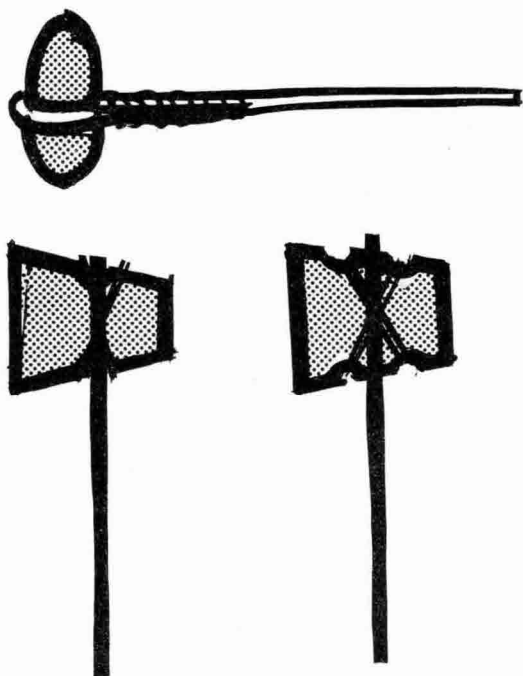


Fig. 5

Un attacco che propone anche la mazza come maglietto verticale; sistema segnalato da Zschocke e Preuschen ⁽³⁴⁾ e ben conosciuto in neolitico per la frantumazione delle cariossidi del frumento in mortaio ⁽³⁵⁾.

Mitterberg stessa presenta una mazza di bronzo come le odierne ⁽³⁶⁾: testa parallelepipedica con due bocche quadre percotenti ed un foro centrale passante (fig. 6).

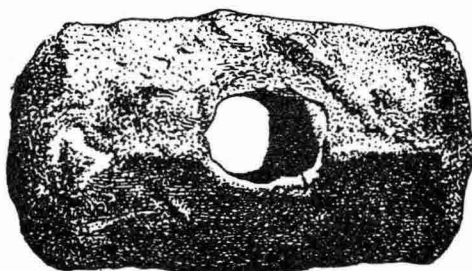


Fig. 6

Sono sempre le miniere di selce neolitiche che mostrano picconi di corno di cervo e di alce in Inghilterra ⁽³⁷⁾. Attrezzi funzionali da scavo realizzati tagliando da un impalcato, al di fuori del ramo principale e della ramificazione frontale, tutte le rimanenti (fig. 7).

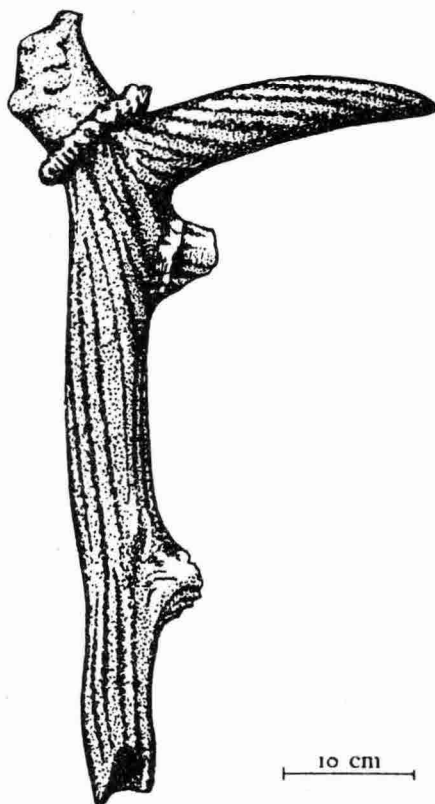


Fig. 7

⁽³⁴⁾ ZSCHOCKE K. - PREUSCHEN E., vedi nota 15, p.

⁽³⁵⁾ ŠEBESTA G., *La via dei mulini*, p. 60-62, Trento 1977.

⁽³⁶⁾ SINGER-HOLMYARD-HALL-WILLIAMS T.I., *Storia della tecnologia*, v. I, p. 619, fig. 401, Torino 1961.

⁽³⁷⁾ SANDARS H. W., *On the Use of the Dee-horn Pick in the Mining Operations of Ancients*, in *Archaeologia* LXII, p. 101-124, Londra 1910.



Fig. 8

A Spiennes invece sono grossolani picconi di selce per un contesto di roccia assai dura ⁽³⁸⁾.

Per Mitterberg Much presenta un piccone di rame ⁽³⁹⁾ rivisto sotto altro profilo in questa sede. Per comparazione in Asia Minore, durante il periodo Jemdet-Nasr (Ur 3400 a.C.), si realizzarono picconi in rame.

La funzionalità di questo strumento diventa effettiva quando a Mitterberg e ad Hallstatt entrano in atto i picconi di bronzo ad alette facilmente sostituibili in caso di rottura riutilizzando lo stesso manico. Essi sono formati da robuste punte che si innestano a pressione su manici di legno a ginocchio, fissandole poi con un chiodo o spinotto passante ⁽⁴⁰⁾. Le «barre» puntute misurano anche 28-29 cm, i manici 70-90 cm (fig. 8).

I minatori di Hallstatt colpiscono la roccia con i loro picconi ricavandone prima un canale verticale. Poi tutt'intorno lo incentrarono in un altro canale a forma di cuore scarificando poi la superficie interna anche con punte e mazzuoli e riuscendo a staccare, per ogni colpo, schegge di salgemma fino a 3 cm di spessore.

Se, per trasposizione geografica, pensiamo ai grandi canali realizzati sotto Sargon II (721-705 a.C.) e Sennacherib (704-681 a.C.) dobbiamo pensare ad altrettanti picconi adatti ad aggredire terreni duri e rocce. Conferma la loro presenza il testo che descrive la conclusione operativa del tunnel di Siloan:

«E questo fu il modo in cui venne fatta la breccia: Mentre i cavatori maneggiavano i loro picconi, l'un procedente verso l'altro . . . Così quando fu fatta la breccia, i cavatori abbatterono la roccia, una squadra verso l'altra, piccone contro piccone . . . ⁽⁴¹⁾.

Il rilievo del palazzo di Sennacherib presso il British Museum ne è una chiara documentazione (fig. 9).

⁽³⁸⁾ LOE A. DE, *Belgique ancienne*, I, fig. 59-60, Bruxelles 1928.

⁽³⁹⁾ MUCH M., vedi nota 33, p. 257, fig. 93.

⁽⁴⁰⁾ KROMER K., *Hallstatt*, tav. 64, Vienna 1963.

⁽⁴¹⁾ DONNER H. - RÖLLING W., *Kanaanäische und aramäische Inschriften*, II, p. Wiesbaden 1963.

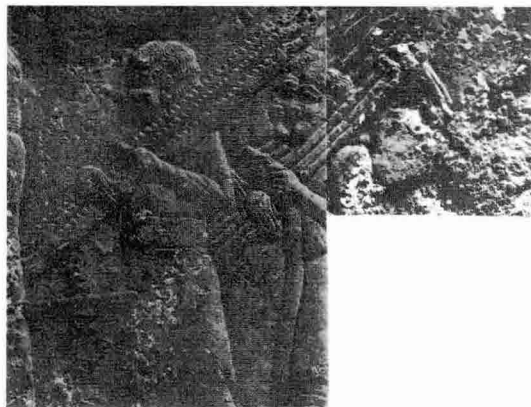


Fig. 9 - (British Mus.) Fregio rappresentante uomini, con seghe, picconi, pale impegnati nella costruzione del palazzo Sennacherib a Minerva, VII secolo a.C.

Trattando le miniere di Populonia Simonin puntualizza:

«L'utensile generalmente impiegato per l'attacco della roccia era il piccone, con forme eleganti, con punte acciaiate ben appuntite e di dimensioni variabili a seconda della roccia da attaccare calcolati per l'effetto e la resistenza» (42).

Verso il V secolo a.C. il minatore greco possedeva il suo piccone (43). Significativi al di fuori della immagine che mostra un minatore del 16 sec. a.C. (44) sono, ritornando ai concet-

(42) SIMONIN M. L., vedi nota 31, p. 596.

(43) ARDAILLON E., vedi nota 19, p. 21-23.

(44) MARINOS G.P. - PETRASCHECK W.E., *Laureum*, T. IV, n. 1, vedi copertina, Pinax Museo di Stato, Berlino.

(45) NEUBURGER A., *Die Technik des Altertums*, p. 6, fig. 1, Lipsia 1919. LEVI N., *La Grecia antica*, p. 636, Torino 1963. Pinax Museo di Stato Berlino F. 639.

(46) BLÜMNER H., *Technologie und Terminologie der Gewerbe und Künste bei Griechen und Römern*, p. 204, fig. 9, Lipsia 1875. Museo del Louvre MNB 2858, Parigi.

ti di funzionalità-estetica dei picconi di Simonin, i due frammenti di Pinax. Uno segnalato da Albert Neuburger nel 1919 (45), il secondo da Blumner nel 1875 (46) dove ormai la barra metallica è saldamente infilata nel suo manico (fig. 10, 11).

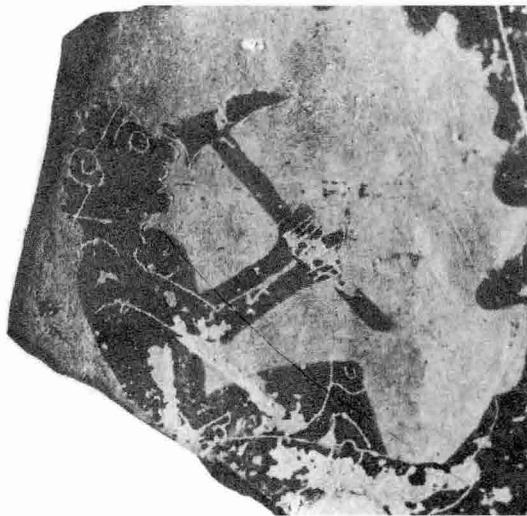


Fig. 10 - La stessa figura la troviamo disegnata in Albert Neuburger «Die Technik des Altertums» Leipzig 1919 pag. 6 fig. 1.



Fig. 11

Se Diodoro Siculo (I sec. a.C.), riprendendo da Agatarchide, descrive i minatori egizi intenti a seguire con lampade e piccone la vena ⁽⁴⁷⁾ nulla gli si accosta di più iconograficamente dell'affresco del «fossore» dipinto nella catacomba dei S.S. Marcellino e Pietro a Roma (fig. 12).



Fig. 12

Asce da marangone e da abbattimento

Come hanno chiarito Zschocke e Preuschen si dovettero alzare delle impalcature per aggredire col fuoco i «cieli» delle gallerie avanzanti e si misero in opera volte armate di piani ininterrotti di legno per sostenere i sovraccarichi del materiale inutilizzabile.

In tal caso per ogni metro di galleria si utilizzarono 6-7 tondi di legno del diametro medio di 15-18 cm lunghi quanto la larghezza della galleria stessa. Perciò si posero in piano sulle predisposte incastellature laterali 60 tondoni per ogni dieci metri di avanzamento, 600 per ogni 100 m.

Accettando inoltre 60 taglialegna operanti in ogni miniera, di cui una parte adibita al taglio del legname per le roste e per le carbo-

naie, una parte notevole di marangoni dovè operare dentro miniera per l'avanzamento della stessa. È per questi motivi squisitamente minerari che l'ascia diventò l'attrezzo più indispensabile accanto al piccone. In bronzo, ad alette, con la stessa tipologia di innesto su immanicature lignee a gomito si diffuse in modo massiccio dovunque.

Secchi per acqua

Le miniere di Mühlbach-Bischofshofen presentarono gallerie con angoli di penetrazione tra i 20-30° che si spinsero fino a 160 m.

In tal modo per la tecnica dei tempi non si poterono realizzare canali di scolo finali. Così rimasero «cieche» e, ogni qual volta la stagione inclemente delle piogge si abbatté sull'area interessata, l'acqua si accumulò in galleria e negli eventuali pozzi stagnando; la sciagura dell'allagamento ben nota a tutte le strutture minerarie in epoca romana, medioevale e fino ai nostri giorni. Probabilmente per svuotare gallerie e cunicoli si utilizzarono secchi di legno in un'unico pezzo od a più doghe tipologicamente simili a quello presentato da Kromer (40 tav. 67), ma di dimensioni maggiori.

Mezzi di raccolta

Per raccogliere il materiale sbriciato, sia in una cava come in miniera, bastavano le mani che operavano contemporaneamente una prima cernita, ma là dove il minerale veniva ridotto a schegge minute erano necessarie le pale.

Nelle miniere neolitiche di selce di Harrow-on-the-Hill (Sussex) si usarono pale ridotte ricavate da scapole di bue e cervo amputando loro la spina dorsale ⁽⁴⁸⁾ (fig. 13).

⁽⁴⁷⁾ DIODORO SICULO, vedi nota 17, lib. III, cap. V.

⁽⁴⁸⁾ CURWEN E.C., *The Archaeology of Sussex*, p. 112, Londra 1937.

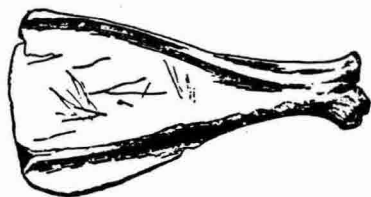


Fig. 13

Pale in legno ormai sofisticate sono state rintracciate nelle miniere di salgemma di Hallstatt ⁽⁴⁹⁾.

Una di 90 cm. di lunghezza presenta un manico cilindrico e semplice, l'altra un manico con espansione finale per afferrarlo saldamente con la mano e spingere con il palmo della stessa (fig. 14). La parte allargata venne assottigliata al bordo e leggermente arrotondata per affondare meglio nel cumulo di salgemma.

Rastrelli

Nelle miniere inglesi di selce si trovarono rastrelli da miniera. Il loro manico, ridotto come un rastrellino da giardiniere, era stato ricavato da corna eliminando le ramificazioni meno le due più accostate (fig. 15).

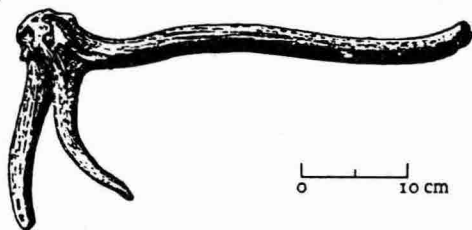


Fig. 15



Fig. 16

Grimes Graves, Harrow-on-the-Hill, Chapignulles e Spiennes sono i luoghi dei ritrovamenti ⁽⁵⁰⁾.

Ma rastrelli con manici lunghi come quelli odierni erano già stati utilizzati in agricoltura in Neolitico. Un rastrello eclatante è quello esposto e proposto dal Museo Nazionale di Zurigo (fig. 16).

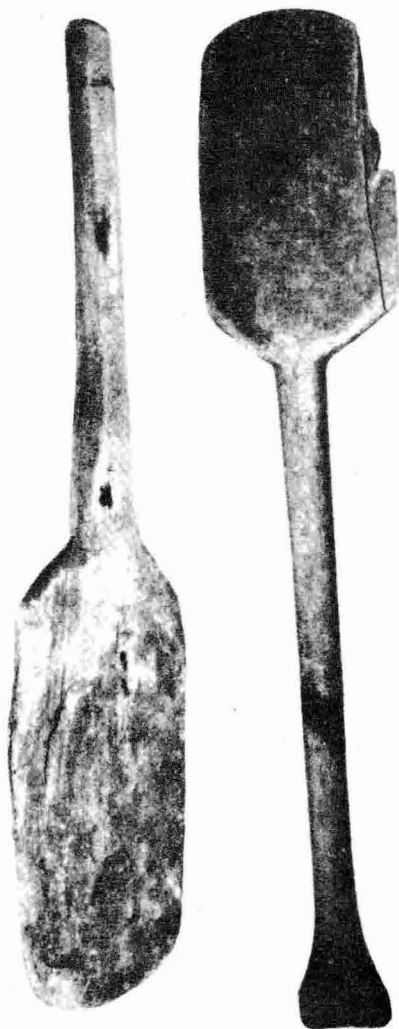


Fig. 14

⁽⁴⁹⁾ KROMER K., vedi nota 40, tav. 14.

⁽⁵⁰⁾ CLARK J.G.D., *Europa preistorica*, p. 226, Torino 1969.

In neolitico si realizzarono molti tipi di mazzuoli che vennero assorbiti dal Calcolitico e Primo Bronzo. Bastava recuperare, lungo i letti dei torrenti in secca, certi ciottoli duri levigati dall'acqua, a forma d'uovo e del peso di 700-1000 gr, trattenerli fra una mano per realizzare buoni percussori (fig. 17). La loro praticità era già stata sperimentata in paleolitico finale.



Fig. 17

In neolitico il semplice percussore era stato immanicato sapientemente. Il percussore allungato era stato incavato profondamente intorno al suo equatore adattandovi un virgulto ⁽³¹⁾ snervato di nocciolo, bloccato con legami di vimine o budello (fig. 18).

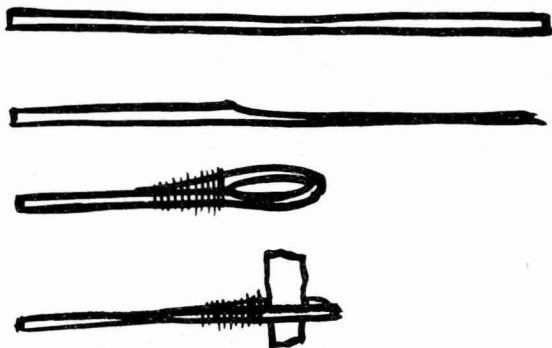


Fig. 18

Se ne rintracciarono nelle miniere di Rio Tinto là dove avevano operato i Fenici verso il 700 a.C. Una cavità di una stessa miniera ne conteneva più di una tonnellata ⁽³²⁾, (fig. 19).

Zschocke e Preuschen li evidenziarono sulla Kelkalpe e a Mitterberg così come si rintracciarono nelle zone preistorico-minerarie del Trentino (Šebesta G. campagne 1949-1986).

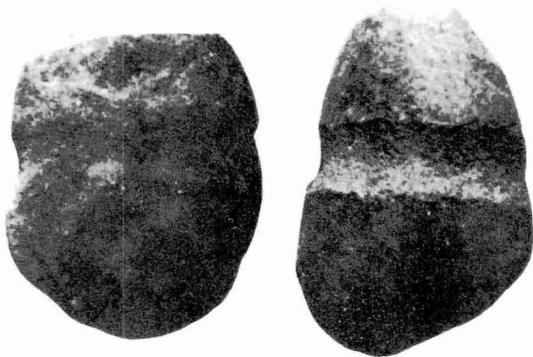


Fig. 19 - Museo Rio Tinto

Mazzuoli in legno simili a quelli di Hallstatt si costruirono facilmente (fig. 20). Bastava scegliere un albero di diametro opportuno con un ramo adatto e tagliare il tutto con sapienza. Il tronco sarebbe diventato la testa, il ramo il manico (fig. 21). Oppure forare un tondello immanicandolo.

Mazzuoli in legno utili, per la loro natura, a colpire le teste delle punte di bronzo od i manici di legno degli scalpelli senza deformarli.

Fin quasi ai nostri giorni si usarono in miniera le punte ed i fioretti. Le prime formate da un ferro acciaiato a sezione rotonda o poligonale lungo 20-30 cm con una estremità a

⁽³¹⁾ ŠEBESTA G., *Importanza del legno nella preistoria dell'uomo*, in *Economia Montana* XVIII n. 4, p. 56, fig. 32, Roma 1986.

⁽³²⁾ LUZON J.M., *Instrumentos mineros de la España Antigua*, vedi nota 3, vol. I, p. 240.

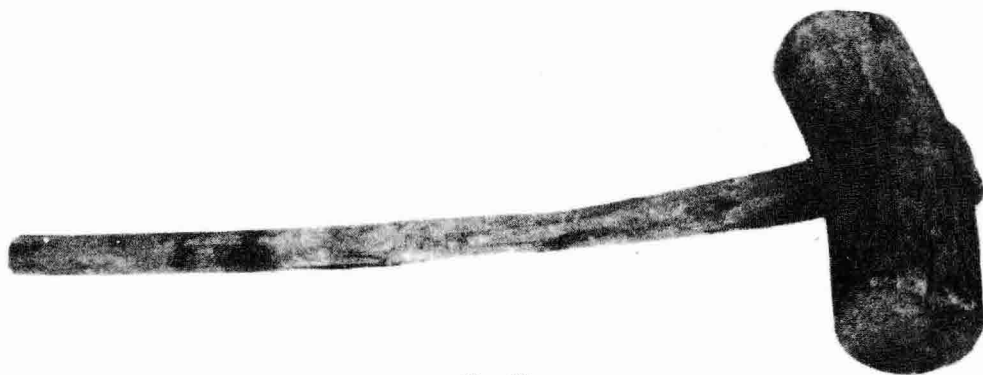


Fig. 20

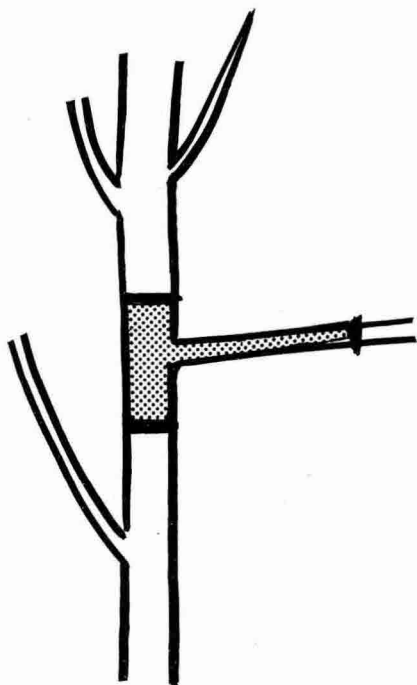


Fig. 21

«punta di diamante» od a scalpello. Si trattenevano saldamente stringendole con una mano mentre si battevano in testa con un mazzuolo sollecitato dall'altra mano-braccio.

I fioretti erano punte giganti lunghe 70-100 cm di 25-30 mm di diametro con punta a scalpello che si utilizzavano lavorando in due. Un minatore tratteneva con le due mani l'utensile, il secondo lo percuoteva in testa con la

mazza. Cinquanta anni or sono si utilizzavano, fin dall'uso della polvere per praticare i «fori da mina». Prima erano stati impiegati per rompere, frantumare la roccia quando il peso del mazzuolo non era sufficiente e si doveva intervenire con la mazza.

Forse il piccone di rame così classificato e segnalato da Much lungo 36 cm con testa quadrata di 4x4 cm (fig. 22) è un autentico fioretto per la sua testa deformata dai colpi delle mazze esistenti in quei luoghi.



Fig. 22

Alcune miniature degli *Schwarzer Bergbuchs* (¹³), dei codici boemi, delle tavolette del «*De re metallica*» ci illustrano chiaramente la funzionalità delle punte munite di manico fin dal medioevo (fig. 23).

Le punte con manico, appunto per non compromettere con colpi errati la mano del minatore, venivano appoggiate là dove era utile intaccare la vena.

(¹³) *SCHWARZER BERGBUCHES*, Tiroler Landesmuseum Ferdinandeum, Innsbruck.



Fig. 23 - Minatore di Andreas Ruff. (1550-1630) «Münz-
un Mineralienbüch» 1594

Era il colpo del mazzuolo che provocava la scheggiatura.

Agatarchide giustifica l'uso dello scalpello:

«e dappoiché l'han ridotta molle col fuoco (la roccia), ne fanno esperimento, tagliando a pezzi collo scalpello le parti più tenere della pietra» ⁽¹⁴⁾.

Non da meno è Diodoro:

«I più giovani e più gagliardi col martello di ferro tagliando il sito che è più pregno di marmo» ⁽¹⁵⁾.

Dopo aver approfondito la ricerca nelle miniere di Populonia Simonin, parlando della «Gran Cava», ne dà il giudizio tecnico:

«Gli operai abbattono le rocce della "Gran Cava" con punte a testa diamantata "e parlando delle tracce lasciate" a tal sorte che la mazza ed un fioretto a mano, o la punta possono essere stati i soli mezzi usati dagli etruschi e che questi utensili dovevano essere in ferro ac-

ciaio per mordere la roccia dura della anfibolite e jenite» ⁽¹⁶⁾.

Una affermazione che mette quasi in crisi la validità dell'uso di attrezzi di bronzo sull'Arco Alpino in miniere di Epoca Bronzo e lascia aperta la via soltanto all'aggressione col fuoco sostenuta, in ultima analisi da Zschocke e Preuschen.

Trasporto del materiale

Il materiale scavato a cielo aperto od in galleria veniva selezionato in loco. Scartato l'inutile, l'altro era trasferito in superficie.

A Viehofen, sul Saalach (Austria) veniva trascinato all'aperto mediante slitte di legno ⁽¹⁷⁾ fig. 24.

Ricavata da un tronco di legno spaccato a metà, la slitta era incavata a culla con un'ascia ed era carenata davanti in modo tale da scivolare, con un naso avanzato e forato entro cui passare una fune per trascinarla.

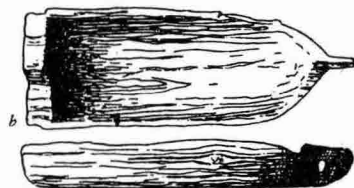


Fig. 24 - Andree J. «Bergbau in der Vorzeit» p. 57. Lipsia 1922 - Anche H. W. Sandars 1910. 120-121 anche G. Kyarle 1916 50-70

Diversa per la sua specifica funzionalità dai truogoli in legno di Mitterberg, muniti di due robusti manici a cilindro per il trasporto a mano da parte di due minatori (fig. 25).

Ma il messaggio più razionale, per quei tempi, è offerto dai sacchi rinvenuti nelle miniere di salgemma di Hallstatt. In pelle e cuoio, consolidati da fettucce passanti di cuoio, presentano delle strutture in legno per garantire loro la forma di gerla.

Un largo cinturone di pelle solidale in basso ai due lati del sacco serve a sostenere il

⁽¹⁴⁾ AGATARCHIDE, vedi nota 23.

⁽¹⁵⁾ DIODORO SICULO, vedi nota 24.

⁽¹⁶⁾ SIMONIN M.L., vedi nota 31, p. 569.

⁽¹⁷⁾ CLARCK J.G.D., vedi nota 50, p. 226.

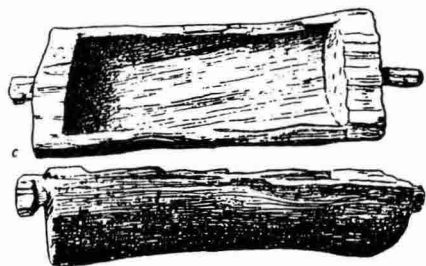


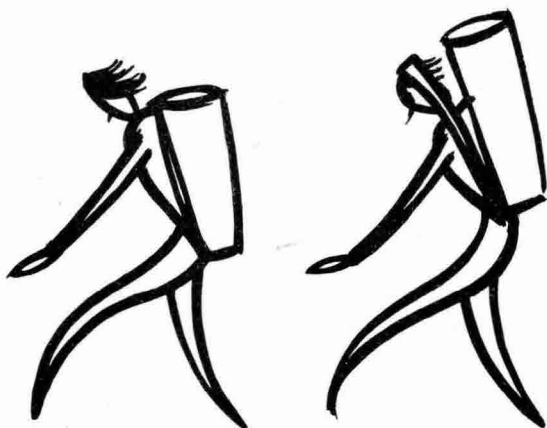
Fig. 25 - Andree J. «Bergbau in der Vorzeit» p. 57. Lipsia 1922

mezzo di trasporto e può poggiare sulle spalle o sulla testa (fig. 26).

Uno dei «sacchi armati» misura 87 cm di altezza evidenziando, per la sua capacità, l'attitudine dei trasportatori a sobbarcarsi pesi non indifferenti.



Fig. 26



Leve - Cunei e zeppe di legno

È naturale che l'accesso-futura galleria aggredita dal fuoco frontalmente, lateralmente e sul cielo arroventasse provocando anche crepe profonde e larghe. Queste ultime, in fase di avanzamento, potevano essere sbrecciate con mezzi diversi dalla solita mazza-mazzuolo. Bastava affondare un palo robusto e puntuto nella crepa forzandolo con il peso del corpo (fig. 27).

Se le crepe erano lunghe, particolarmente nella zona di contatto fra roccia incassante e filone, bastava forzarle sistemando una serie di pali a distanze fisse forzandoli contemporaneamente con più uomini.

Gli stessi cunei di quercia, larice e faggio potevano servire allo scopo. Infilati sapientemente nella spaccatura, dopo aver precedentemente sistemato sulle pareti opposte due assicelle, si picchiavano in testa con mazzuolo o mazze (fig. 28) ottenendo a volte lo stacco di una buona fetta di roccia.

Se la fessura, anche senza l'arroventamento della roccia ed il rispettivo raffreddamento, era tale da presentare due strati ben «netti» e da contenere stabilmente dell'acqua,



Fig. 27



Fig. 28

si poteva armarla con zeppe di faggio diffusissimo in Epoca Bronzo.

Aggiungervi acqua ed attendere (fig. 29).

Il legno delle zeppe crescendo ne avrebbe provocato l'allargamento e quindi lo «stacco».

Questa operazione con cunei di legno immanicati venne sfruttata in medioevo nelle stesse miniere del Calisio (fig. 30).

Da queste proposte tecnologiche reali e presumibili si può pensare che i mezzi, apparentemente semplici, ma efficaci non fossero sconosciuti agli uomini del Bronzo per aggredire

la roccia e penetrare nel suolo a certe profondità.

Illuminazione

Le lucerne non possono essere tali senza un recipiente che contenga il combustibile per alimentare uno stoppino.

Le più antiche lampade sono legate ai cavernicoli dell'epoca paleolitica dell'Europa occidentale. I graffiti segnati sulle pareti, i colori

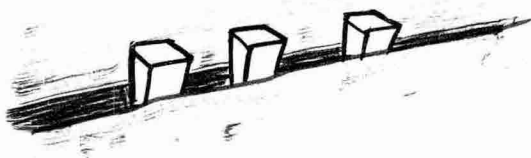


Fig. 29



Fig. 30

distesi non si fissarono senza una illuminazione artificiale costante.

Se le lampade erano semplici blocchi di creta o di pietra incavati, queste ultime (calcare) si rinvennero a Grim Graves ⁽⁵⁸⁾. Lampade che ci richiamano quelle eschimesi e nulla han-

⁽⁵⁸⁾ KYRLE G., *Der prähistorische Bergbaubetrieb in den Salzburger Alpen*, Österreichische Kunsttopographie, vol. XVII, p. 27-37, Wien 1916.

no di diverso dalle lampade da miniera del Calisio (dintorni Trento) del sec. XIII (fig. 31).



Fig. 31

Zschocke e Preuschen ci propongono fascetti di legna ⁽⁵⁹⁾ come Karl Kromer ad Hallstatt ⁽⁶⁰⁾.

Minerale fuori miniera

Il minerale selezionato della grandezza di un pugno, portato all'esterno, doveva essere ridotto in pezzature più piccole per essere trasformato in farina.

Parlando dei minerali auriferi Agatarchide precisa:

«Quelli che non oltrepassano i trenta anni e sono di conseguenza robusti, pigliati alcuni mortai le pestano (le pietre) gagliardamente con un pestello di ferro, finché il pezzo più grosso non superi un orobo ⁽⁶¹⁾ e lo stesso ripete Diodoro Siculo ⁽⁶²⁾.

Un trattamento ripetuto nel cinquecento ⁽⁶³⁾ a tal punto che non lo si può ritenere diverso in Epoca Bronzo specialmente per minerali di calcopirite.

Infatti una roccia contenente agglomerati di calcopirite chiaramente distinguibili ad occhio si doveva frantumare per il loro recupero utilizzando però quei mazzuoli descritti e delle corrispondenti incudini di grandezza e peso tali da rispondere al contraccolpo.

Incudinelle - Incudini

Per la frantumazione si misero in atto due tipi di incudini.

- 1) Una incudine in pietra a facce parallele, di modeste dimensioni.
- 2) Una incudine più ampia, pesante con un ampio piano di percussione.

La prima poteva essere semplicemente appoggiata sulle due ginocchia di un operatore seduto ed era realmente funzionale. In ultima analisi corrisponde alla «incudinella da calzolaio» con la quale l'artigiano qualche anno fa batteva le suole di cuoio (fig. 32).

Chiamate da Much unterlagsblock ⁽⁶⁴⁾ e da Preuschen unterlagplatte ⁽⁶⁵⁾ vennero rintracciate dal primo a Mitterberg, dal secondo a Vetriolo. Di materiale duro, piane, levigate e smussate per erosione glaciale e di forma più o meno ovale si logorarono abbassandosi al cen-



Fig. 32

tro per il lavoro di continuo martellamento (fig. 33).

Ogni qual volta si spezzarono vennero riutilizzate le due parti.

Se la faccia superiore per l'incavatura troppo profonda non era più utilizzabile si ribaltava lavorando sulla faccia ancora intatta. In tal modo anche quest'ultima si deformava a conca ed alla fine del totale sfruttamento si presentava in sezione con due conche centrali con-

⁽⁵⁹⁾ ANDREE J., *Bergbau in der Vorzeit*, p. 57, Lipsia 1922.

⁽⁶⁰⁾ KROMER K., vedi nota 15, tav. 66.

⁽⁶¹⁾ AGATARCHIDE, vedi nota 23, T. III, p. 30.

⁽⁶²⁾ DIODORO SICULO, vedi nota 24.

⁽⁶³⁾ AGRICOLA G., vedi nota 13, Lib. VIII.

⁽⁶⁴⁾ MUCH M., vedi nota 33, p. 261, fig. 96.

⁽⁶⁵⁾ ZSCHOCKE K. - PREUSCHEN E., vedi nota 15, p. 6.



Fig. 33

trapposte quasi a possedere due ombelichi (fig. 34).

Queste caratteristiche sono la loro reale carta di identità preistorica.

La frantumazione con mazzuolo a forma d'uovo o d'arancia si realizzava per gradi successivi.

Il blocco di minerale, stretto fra pollice ed indice, incentrato sul piano della incudinella picchiato sul polo superiore si spezzava in due o più parti. Queste ultime a loro volta venivano frantumate in altre e così via fino a raggiungere le dimensioni di 20x20x20 mm.



Fig. 34

Erano questi frammenti che, sistemati sulle incudinelle con conca più profonda, venivano picchiati ripetutamente fino a trasformarsi in una granitura minuta come chicchi di grano.

Il secondo tipo di incudine possedeva un piano più ampio e aveva peso maggiore.

Non era necessario che presentasse facce parallele. Veniva sistemata sopra una base di appoggio artificiale di appropriata altezza. Così il frantumatore lavorava in piedi come gli attuali cavatori di porfido realizzando una resa notevole di frantumato giornaliero (fig. 35).



Fig. 35

Anche questo tipo di incudine è chiaramente individuabile particolarmente nelle aree prossime alle miniere, alle laverie ed alle piazzole da forno fusorio.

A volte il suo piano si presenta ondulato in superficie con un labbro rialzato tutt'intorno per il martellamento regolare e l'abbassamento semiregolare del piano (fig. 36).

Altre volte, sul piano di martellamento si notano due, tre, quattro ed anche più depressioni che indicano i punti focali dove ha insistito lo «sminuzzatore di calcopirite».

Quando il piano di lavoro era sfruttato si ribaltava la pietra risistemandola orizzontal-



Fig. 36

mente su una faccia, e poi su una terza, una quarta.

Si può affermare che le «incudinelle da calzolaio» sono fra i test più numerosi per la messa a fuoco di un'area estrattivo-fusoria.

In granito e porfido nel nostro territorio, a forma ovale-discoide presentano l'asse maggiore fra 350-200 mm con spessori fra 70-180 mm. Le più presentano i due ombelichi opposti, ma anche due, tre cavità.

A Roveda nell'ampia area estrattiva dove si rintracciarono gli sterili delle levigazioni, le incudini pesanti (70-100 kg) furono numerose così come sulla grande discarica di lavaggio-arricchimento di Vetriolo.

Le incudinelle ad ombelico emersero in gran numero sulla piazzola dei forni fusori, prossima all'area delle «Zento grobe».

A Cinque Valli si rintracciarono anche a forma di parallelepipedo presentando conche sulle 6 facce. (Šebesta G. campagna 1966-1968 - Museo degli Usi e Costumi della Gente Trentina S. Michele all'Adige - Sezione metallurgia).

Ma per convalidare ancor più la necessità in preistoria di frantumare il minerale ci viene in aiuto lo stesso Agricola spiegando che ai suoi tempi si operava ancora così (XVI sec.):

«Quantunque i minatori dentro i pozzi e le miniere abbiano scelto e separato l'una dall'altra le cose cavate, non di meno le vene dei metalli tratte e porte fuori si devono spezzare con martelli e ben sminuzzare perché in tal modo le parti più nobili e migliori si possono selezionare più facilmente dalle vili e cattive» ⁽⁶⁶⁾.

Significativa la tavola annessa (fig. 37).



Fig. 37

«devono esse lavorare nei diversi molini, ne quali depongono quel sasso pesto e standovi tre da ambo le parti vergognose del corpo tutte d'accordo si danno a macinare, finattantochè la misura lor consegnata sia ridotta come fior di farina» ⁽⁶⁷⁾.

Lo stesso Diodoro rincalza aggiungendo: «macine ve ne sono in gran numero» ⁽⁶⁸⁾.

La metallurgia del rame pretese in preistoria minerale ridotto in farina partendo da calcopirite?

Risponderò più avanti legandomi alla descrizione minuta dei trattamenti metallurgici da calcopirite per il distretto di Agordo del 1823 ed al lavoro di Zschocke e Preuschen.

Nelle aree minerario-preistoriche legate al recupero dei minerali di rame delle montagne svizzere, piemontesi, lombarde, trentine, vicentine, friulane, jugoslave, romene, bulgare, greche (Šebesta G. - campagne 1949-1977), in Austria (Much-Zschocke e Preuschen-

RIDUZIONE DEL MINERALE IN FARINA

Levigazione

Per la riduzione dei granelli di minerale in farina Agatarchide rende noto che il minerale della grandezza di chicchi di grano veniva consegnato alle donne:

⁽⁶⁶⁾ AGRICOLA G., vedi nota 13, lib. VIII.

⁽⁶⁷⁾ AGATARCHIDE, vedi nota 23.

⁽⁶⁸⁾ DIODORO SICULO, vedi nota 17.



Münster Sebastian *Cosmographiae universalis libri VI*, Basileae apud H. Petri 1559.

Preuschen Trentino-Pittioni 1891-1984) le «farine minerali» si ottennero lavorando solo con levigatoi salvo per la Grecia del V sec. a.C. dove si usarono allora macine rotatorie tipo Pompei.

L'uomo conosceva assai bene la funzionalità dei levigatoi avendola sperimentata fin dall'alba del neolitico durante la rivoluzione agricola. Nulla di più adatto per i minatori che usare gli stessi mezzi, ma con pietre più dure, resistenti ad una maggiore usura.

La figurina di ceramica (Museo Archeologico, Firenze) chiarisce il modo di operare (fig. 38).



Fig. 38

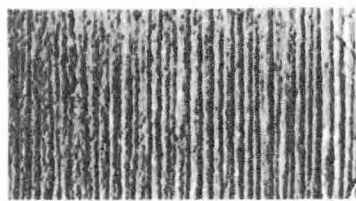
La base fissa in granito o porfido per il nostro territorio aderiva a terra; un semplice piastrone erratico con faccia superiore piana, ma di dimensioni adeguate per garantire un particolare movimento all'operatore. Gettandovi sopra una manciata di minerale ridotto a grandezze di chicchi e mettendo in atto un movimento di va e vieni con un macinello trattenuto fra le due mani, senza perdere il minerale, i granelli per fricazione-rotolamento-spostamento si sarebbero ridotti in dimensioni minori od in farina ⁽⁶⁹⁾.

Levigatoi da metallurgia si rinvennero a Roveda, Lago Erdemolo, Val Cava, Val Cadin, Passo della Regnana, Cambroci, Vignola, Vetriolo, Malga delle Rose, S. Osvaldo, Cinque Valli, Costa Brunella, Caoria, Bellamonte, Viezzana (Šebesta G. - Ril. 1949-1976 - Museo degli Usi e Costumi della Gente Trentina S. Michele all'Adige - sezione metallurgia).

A Vetriolo nell'area della «grande laveria» si rinvennero levigatoi di granito e porfido con fittissime rigature parallele che si pensarono provocate volutamente dagli operatori per esaltare il processo di fricazione, ma non si presero in considerazione i seguenti dati.

- 1) la perfetta paralleleità delle rigature
- 2) la sottigliezza delle stesse
- 3) la minima distanza fra due rigature contigue
- 4) la profondità di queste ultime

Nessuno scalpello con pennato in acciaio avrebbe potuto produrle in Epoca Ferro né l'abilità di un eccezionale artigiano (fig. 39).



18 cm.

Fig. 39

⁽⁶⁹⁾ ŠEBESTA G., vedi nota 35, p. 64-67.

Infatti i levigatoi greci del V sec. a.C. presentano sui piani di fricazione incisioni di 2-3 mm di profondità con larghezze di 5-7 mm (Ischia Museo Archeologico di S. Restituta - fig. 40), le raggere delle macine rotatorie romane larghezze di 4-5 mm profonde 2-3 mm ⁽⁷⁰⁾ fig. 41.

Esclusa quindi in Epoca Bronzo ogni possibilità tecnica di poter realizzare tali fessurazioni rigorosamente parallele, rimane una spiegazione legata alla natura stessa della pietra costituente il levigatoio.

Il porfido presenta, per le sue caratteristiche mineralogiche, degli assetti reticolari organizzati secondo piani paralleli. Sono i grani di minerale spinti a strisciare sulle superfici del levigatoio dal macinello che hanno operato, come tante frese, sugli incontri dei piani là dove l'assetto era meno resistente scavando di più fino a lasciare una serie di fessurazioni parallele ed accostatissime.

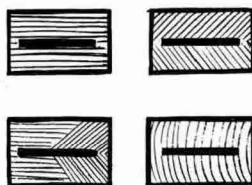


Fig. 40



Fig. 41

⁽⁷⁰⁾ ŠEBESTA G., vedi nota 35, p 78.

M.U.C.G.T. = Museo degli Usi e Costumi della Gente Trentina. S. Michele all'Adige.

A Roveda, in località Jeim, dove il Rio della Casara scende a balzi, vennero alla luce a quota 1507 m. due levigatoi di notevoli dimensioni (ric. Šebesta G. 1966) (fig. 42).

Il primo con una superficie fricante lunga 76 cm. larga 54, alto 19 cm. (fig. 43).

Il secondo di 60×54×25 cm. (fig. 44).

Le facce piane di due possenti pietre erratiche di porfido rosa erano state ridotte a sella dalla fricazione dei grani di minerale mediante macinello. Non fu facile trasferirle a valle (fig. 45).

Un terzo levigatoio recuperato allo «Jeim» (= terra mora) presentò un perfetto profilo a sella (fig. 46).

Al di fuori di questi levigatoi, inquadrabili per l'esperienza estrattivo-fusoria della vallata fra il 1200 ed il 1000 a.C., merita la massima considerazione un quarto levigatoio che si stacca per tipologia dai moltissimi rintracciati in Austria da Much, Zschocke-Preuschen, Pittioni e dall'autore lungo l'Arco Alpino - penisola Illirico-Balcanica (ric. Šebesta G., Museo degli Usi e Costumi della Gente Trentina S. Michele all'Adige (fig. 47).

La sella di levigazione è rettangolare, fasciata da tre facce laterali diritte. La quarta è sbrecciata.

È stata ricavata da una gran pietra liscia, sbazzata tutt'intorno a colpi di scalpello, in modo da ricavarne un parallelepipedo il cui piano di appoggio naturale non necessitava di alcuna rifinitura.

Sistemando una staggia sui due lati minori, la sella al centro si era abbassata di 8,5 cm. (fig. 48).

Con tre angoli retti presentava una sella combinata con una trasversale (fig. 49), come se un macinello della larghezza stessa del levigatoio, ma con una base convessa, avesse lavorato avanti ed indietro ricavando questa caratteristica forma (fig. 50).

Sulla sua superficie di fricazione si scorgono 15 solchi dolcemente curvi e paralleli, larghi 5 mm. profondi 2-3 e distanti fra di loro 25 mm. con quote simili alle macine celtiche (fig. 51).



Fig. 42

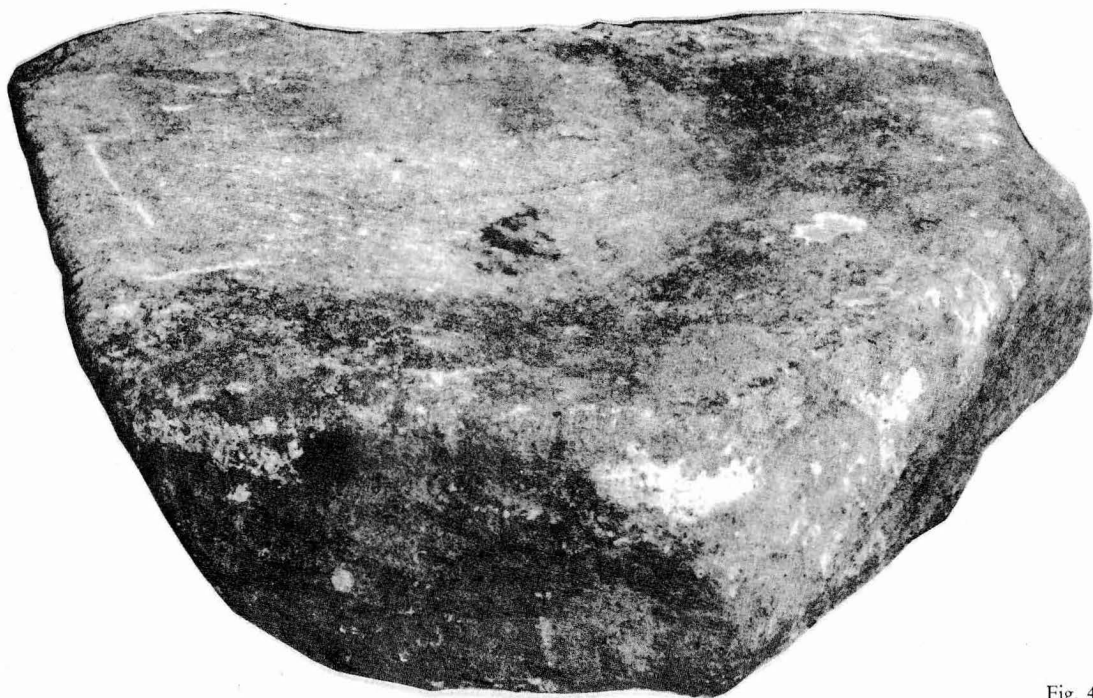


Fig. 43

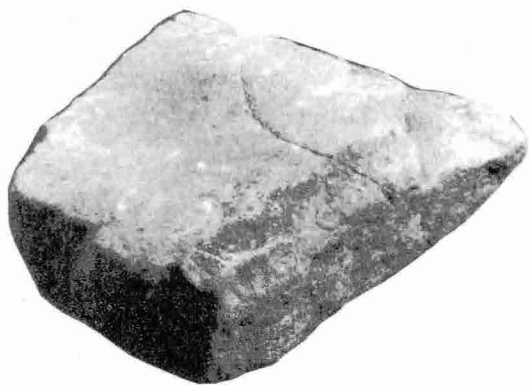


Fig. 44



Fig. 45

Fig. 46





Fig. 47

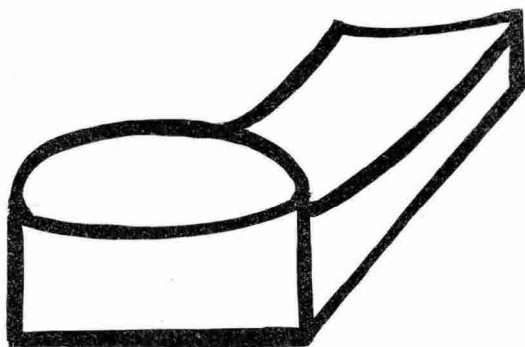


Fig. 50

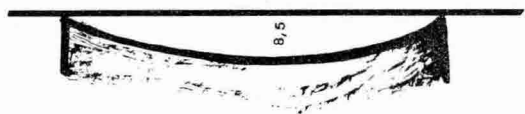


Fig. 48

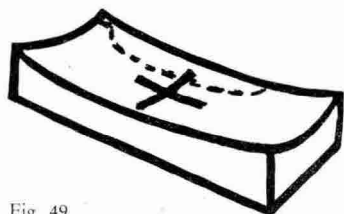


Fig. 49



Fig. 51

Solchi facilmente realizzabili in Bronzo con semplici percussori di pietra durissima.

Dal punto di vista fricante ciò che più colpisce è l'orientamento dei solchi in rapporto alla direzione longitudinale. Essi infatti sono obliqui e leggermente curvi per favorire non solo lo scorrimento-spappolamento dei grani di minerale, ma la corsa dello stesso macinello.

Nella stessa trincea di scavo, alla profondità di 1,20 m. si recuperò l'angolo di un secondo levigatorio (fig. 52) ed il frammento di un terzo (fig. 53) legati alla stessa tipologia.

La trincea rivelò ammassi consistenti di fhalerz ridotti a graniture dell'ordine di un unghia di dito mignolo e frammenti di metallina di elevata durezza. Le ceramiche annesse li inquadrono decisamente in Bronzo Recente (1200 a.C.).

Accanto al primo levigatoio si trovò un palo di legno lungo 84 cm. del diametro di 10 sagomato in modo particolare con una sella quasi al centro (fig. 54).

Altri quattro pali puntuti del diametro di 12-14 cm. giacevano orizzontalmente nella massa dei granuli aggroviati, come fossero caduti col tempo per incuria.

Fig. 52

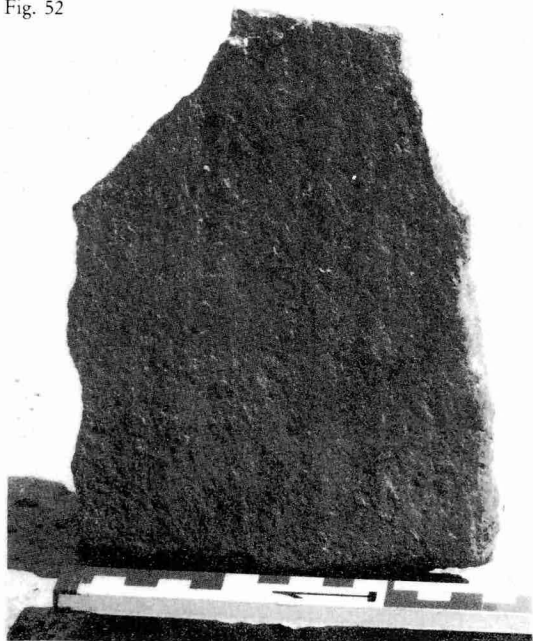


Fig. 53

La sagomatura del palo mi portò ad inquadrarlo inizialmente come la traversa di sostegno di un canale ricavato da una grossa corteccia di larice per un processo di lavaggio, ma il torrente della Casara scorreva a 10 minuti di cammino presentando nella sua specifica area soltanto levigatoi normali. In un secondo tempo lo pensai la traversa di sostegno di un levigatoio sostenuto da quattro colonne a livello di lavoratore operante in piedi (fig. 55).

Macinelli

I levigatoi sono la base fissa su cui si colloca il minerale in grani da ridurre in farina.

Quest'ultima non si può ottenere se non esiste un secondo mezzo che sposti ininterrottamente avanti ed indietro il minerale per quel tempo necessario a sgretolarlo.

Il mezzo utile è una pietra dura da trattenerne con una o due mani, il cui movimento è garantito solo dalla forza-movimento delle braccia.

La «levigazione» si può realizzare con un macinello piccolo quanto una arancia. Si mette in atto un movimento di va e vieni, ma più facilmente un movimento circolare-ellittico dal centro alla periferia e viceversa (fig. 56).

L'operatore non è costretto ad inginocchiarsi davanti al levigatoio. Seduto a gambe



Fig. 54

incrociate potrebbe lavorare agevolmente (fig. 57).

È naturale che, per il continuo lavoro, il macinello si consumi deformandosi. Se per lunghi periodi fricherà con un punto fisso, presenterà una sola faccia di lavoro, se in altre posizioni, un corrispondente numero di facce chiaramente individuabili (fig. 58).

Ma per una resa maggiore il macinello venne scelto a forma di pagnotta, in modo da afferrarlo con le due mani.

Così sarebbe aumentata la superficie di fricazione e quindi nello stesso lasso di tempo minerale quantitativamente 3, 4, 5 volte maggiore sarebbe stato ridotto in farina: *maggior resa contro minor tempo* (fig. 59) ^(70a).

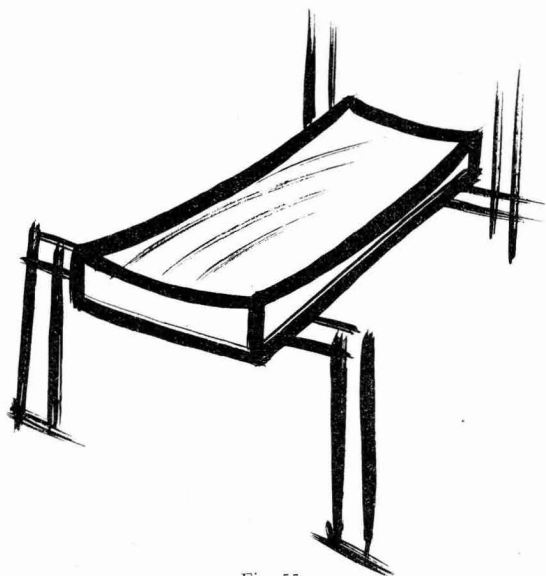


Fig. 55

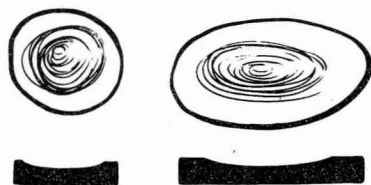


Fig. 56

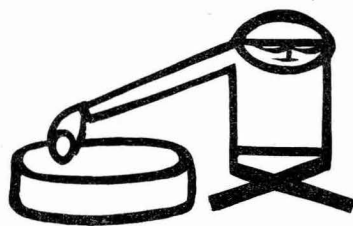


Fig. 57

Dovendolo trattenere con le due mani il macinatore ebbe una sola posizione e possibilità motoria: inginocchiarsi e spostare il mezzo avanti ed indietro con le braccia legate alla flessione del corpo.

Se il macinello avesse posseduto la sua superficie di appoggio perfettamente aderente a quella del levigatoio, nel suo movimento di spinta avrebbe portato avanti il minerale. Ritornando lo avrebbe abbandonato, finendo il suo ruolo (fig. 60).

Il macinello deve presentare invece una superficie più curva per provocare l'invito ai granuli stessi (fig. 61).

Così la massa di questi ultimi, nella spinta in avanti, è costretta ad infilarci sotto il mezzo mobile sollecitata da due forze:

^(70a) ŠEBESTA G., vedi nota 35, p. 66, fig. 178.

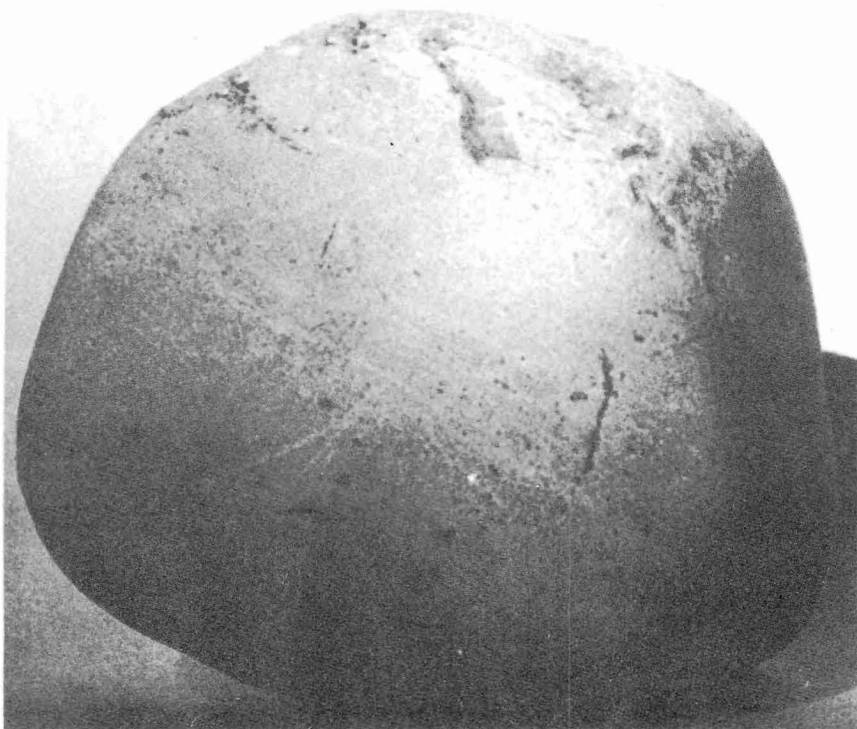


Fig. 58



Fig. 59

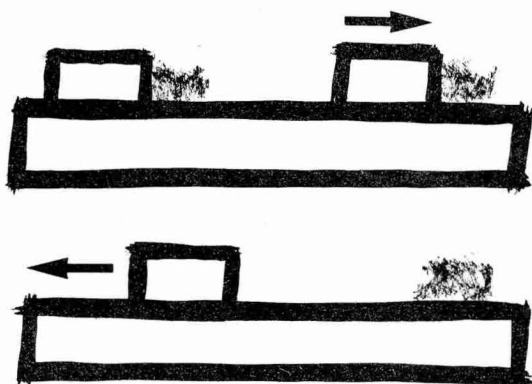


Fig. 60

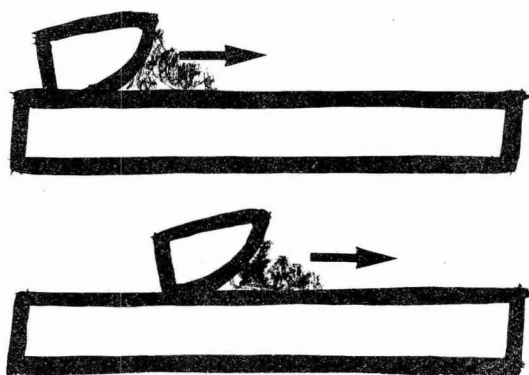


Fig. 61

- 1) la forza di spinta parallela alla superficie del levigatoio;
- 2) la seconda provocata dal peso macinello-operatore.

La risultante delle due forze e gli attriti dei mezzi fisso e mobile riducono, per ripetuti spostamenti di va e vieni, il tutto in farina (fig. 62).

È solamente con un macinello selezionato che si «lavora», ma è pur logico che, se non interviene un particolare processo di recupero controllato dall'operatore, il macinello riduce il minerale per il solo spostamento di andata.

Sta infatti alla abilità dell'uomo recuperare il minerale risistemandolo dalla parte opposta (fig. 63).

Osserviamo il seguente schema:

- 1) In A si trova il macinello all'inizio della corsa e davanti allo stesso il minerale.
- 2) In B è alla fine della corsa dopo aver spostato il minerale. È lì che il macinello ruotando

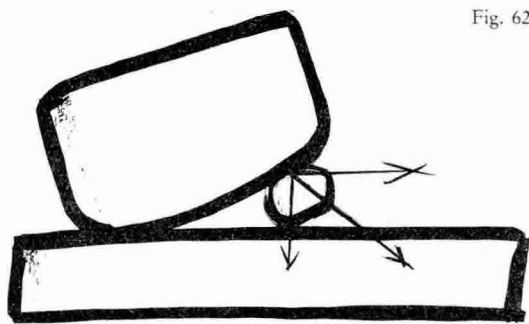


Fig. 62



Fig. 63

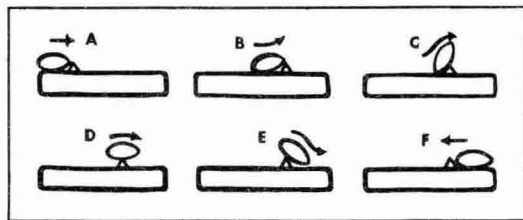


Fig. 64

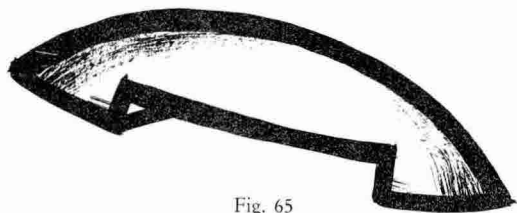


Fig. 65

verso l'alto deve sovrastare la massa del minerale (C), ruotare verso il basso in D scavalcando in E il minerale stesso.

- 3) Così il minerale è pronto per l'operazione di richiamo (F) e così via (fig. 64).

Le lunghezze ideali di scorrimento di un buon macinello su un levigatoio appropriato oscillano fra i 40-60 cm. La larghezza del macinello più utilizzato è di 25-35 cm. ma potrebbe superare la larghezza stessa del levigatoio, presentando la forma della fig. 65.

Al di fuori delle forme e quote dei molteplici macinelli è opportuno spiegare come gli stessi, lavorando, realizzino le selle.

Tutti i levigatoi metallurgici ebbero inizialmente la faccia piana e liscia perché vennero scelti fra le pietre erratiche o lavorate dall'acqua.

Questa *selezione era fondamentale* per ridurre al massimo gli attriti macinello-granuli-levigatoio.

Lo stesso macinello era liscio.

Spingendolo avanti, man mano che avanzava era gravato sempre più dal peso dell'operatore fin quando le braccia risultavano ortogonali al piano del levigatoio stesso. Oltre questa posizione chiave, pur avanzando il macinello, il peso diminuiva progressivamente fi-

no ad annullarsi e diventando irrisorio nel ritorno (fig. 66).

È per questo *rapporto spostamento-peso* che si sono venute formando le selle (fig. 67).

In metallurgia preistorica il lavoro dei macinelli si concentrò sull'asse maggiore dei levigatoi per fricare nel minor tempo una grande quantità di minerale, perché nelle inevitabili operazioni di arricchimento una buona parte si sarebbe perduta.

Produrre di più per un risultato minimo garantito.

In Bronzo-Ferro le selle abbinata si accennarono di più sia per contenere maggior quantità di granuli, sia per garantire la ricaduta degli stessi dai bordi dentro la cavità.

Parecchi macinelli a due mani propongono forme parallelepipediche di 20×30×20 cm. con spigoli arrotondati e facce fricanti notevol-

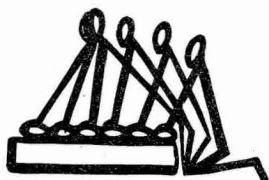


Fig. 66



Fig. 67



Fig. 68

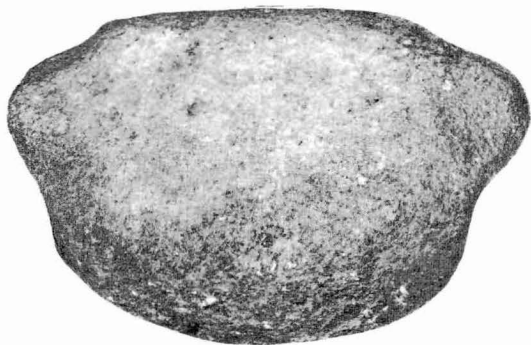


Fig. 69

mente convesse. Macinelli alti per impedire alle mani di ferirsi a contatto con la sella del levigatoio (fig. 68).

Alcuni a forma di pagnottone allungato e molto alto presentano basi ellittiche leggermente convesse e superiormente due protuberanze opposte (i poli), modellate artificialmente da adattare alle mani (fig. 69).

Preuschen stesso in una monografia legata all'area di Vetriolo ⁽⁷¹⁾ propose non solo l'utilizzo di grandi levigatoi, ma di macinelli di notevole volume solidali, mediante legatura a cappio, ad un manico rigido che permetteva ad un uomo eretto di spostarli avanti ed indietro con la forza delle braccia armonizzata a quella del corpo (fig. 70).

Durante un'ispezione sulla «grande laveria di Vetriolo» con il prof. Paul-Louis Pelet, della Facoltà di Scienze Economiche della Università di Losanna, si rintracciò un macinello gigante a forma di pagnottone tondo alto 25 cm. del diametro di 36 cm. Una gola profonda 3 cm. e larga 41 lo fasciava a 61 cm. di altezza. La base era leggermente convessa (fig. 71).

Il reperto, che non riuscimmo a trasportare, rammentava, per analogia di forma, la figura 98 di Much ⁽⁷²⁾ (fig. 72).

Ricollegandomi alla spiegazione-proposta di Preuschen cercai di chiarire più razionalmente il movimento di va e vieni di macinelli possenti.

⁽⁷¹⁾ PREUSCHEN E., vedi nota 1, p. 7, fig. 6.

⁽⁷²⁾ MUCH M., vedi nota 35, p. 262, fig. 98.



Fig. 70

Se in luogo di un sol uomo ne fossero stati utilizzati due il moto sarebbe avvenuto con estrema facilità: *il moto del segone*.

Bastava adattare alla incavatura periferico-circolare od alla pietra stessa due robuste liane di Clematis vitalba, utilizzatissime in Bronzo come legacci e funi ⁽⁷³⁾ (fig. 73).

Occorreva afferrare le due estremità, tirando da una parte e cedendo dall'altra e così via.

Arricchimento

Il minerale trasformato con i mezzi descritti in «sabbia sottile» conteneva calcopirite e ganga.

Era il peso superiore della prima che giocava nella separazione della ganga ed i metallurghi dell'Epoca Bronzo ne furono consci praticamente. *L'acqua era il mezzo selettivo*.

I granellini di calcopirite versati in un recipiente riempito d'acqua tendono rapidamente a depositarsi sul fondo, mentre la farina di sterile, più leggera, rimane in superficie a tal punto che, per una rapida immersione in una corrente d'acqua, viene sottratta da quest'ultima (fig. 74).

Il moto asportatore può essere praticato artificialmente.

I cercatori d'oro, lavorando con la loro

conca, la ruotano in modo tale che l'acqua vi giri dentro rapidamente (fig. 75).

È questo vortice che riporta in superficie i granelli di sabbia (la ganga per il minerale levigato), che con un colpo particolare vengono gettati via con l'acqua. Aggiungendo nuova acqua alla conca si può ripetere l'operazione ripulendo (arricchendo) sempre più la calcopirite.

Lo stesso risultato si poté ottenere fin dal Bronzo sfruttando gli sbalzi degli stessi torrentelli. Bastava versarvi dentro a monte quella «sabbia minerale». La corrente l'avrebbe trascinata seco abbandonando più in alto concentrazioni maggiori di pirite in senso decrescente lungo un certo percorso, portando più avanti la ganga (fig. 76).

È naturale che questa esperienza portò il minatore, là dove era necessario, alla realizzazione di canali artificiali di legno a più dislivelli, seguiti gli uni dagli altri (fig. 77).

Zschocke e Preuschen fissano per Mitterberg la presenza di canali di legno ⁽⁷⁴⁾.

L'uso dell'acqua per catturare pagliuzze d'oro mediante un manto di montone era ben

⁽⁷³⁾ HEGI GUSTAV, «*Illustrierte Flora von Mitteleuropa*, vol. III p. 509, 511-513. Wien (1906-1931).

⁽⁷⁴⁾ ZSCHOCKE K., PREUSCHEN E., vedi nota 15, p. 24.

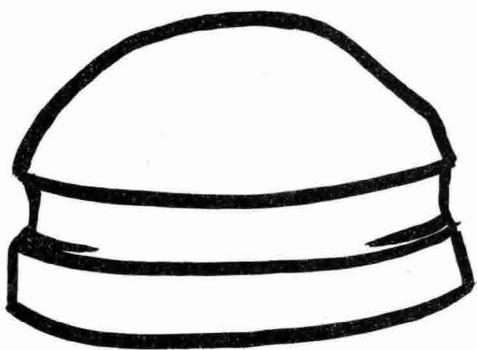


Fig. 71

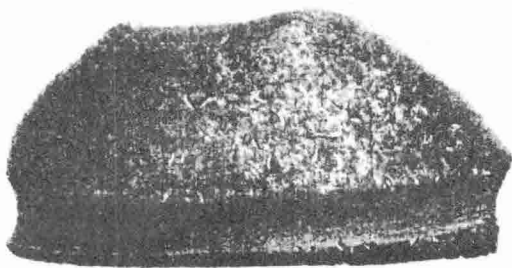


Fig. 72



Fig. 73

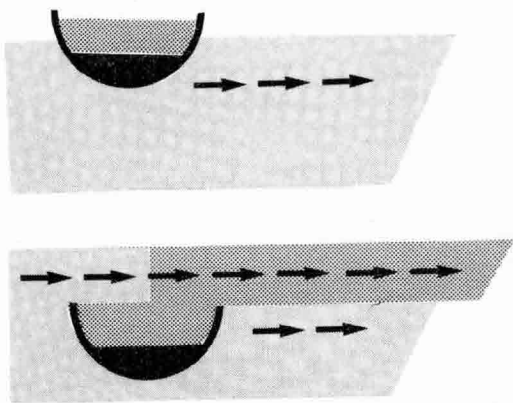


Fig. 74



Fig. 75



Fig. 76



Fig. 77



Fig. 78

noto ai «cercatori» della Colchide già nel XII sec. a.C. se Giasone vi si avventurò con gli Argonauti alla «conquista del vello d'oro»; cioè al recupero-apprendimento di un *metodo di arricchimento* messo in atto con la *sabbia aurifera-acqua-vello di montone* (Pindaro Pyth. VI. 71 ss. - Apollonio Rodio «Argonautica»).

L'uso dei piani inclinati artificiali doveva essere iniziato molto tempo prima, se le moltissime «laverie» del Laurion avevano raggiunto livelli tecnologici di elevata fattura fin dall'inizio del VI sec. a.C. (fig. 78).

Ardaillon setacciò il territorio nelle vicinanze di Capo Sunio e punta Rhapsi lasciandoci descrizioni delle laverie ⁽⁷⁵⁾ ed i rispettivi schemi (fig. 79).

Le sue mappe evidenziano il rapporto fra *cisterne-canali-laverie* (fig. 80).

Oggigiorno l'aridità del terreno, le sabbie trasportate dal vento, hanno mutato la topografia delle aree di Lofos, Michali, Verzeko, Serpieri, lasciando poche testimonianze delle laverie.

In questi terreni, attaccati costantemente dalla siccità, i metallurghi greci sfruttarono una intera rete di cisterne, servite da lunghissime condotte terminanti in piani inclinati, più o me-

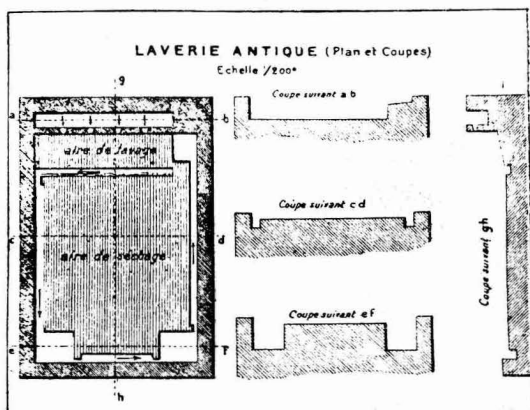


Fig. 79 - Rappresentazione di un antico piano di lavaggio (da Negris. Ardaillon).

no vasti, ricoperti di solidissimo calcestruzzo (fig. 81).

Questi piani erano circondati da un canale periferico a pozzetti seguenti, predisposti appositamente per raccogliere via via minerale sempre meno ricco.

⁽⁷⁵⁾ ARDAILLON E., vedi nota 19, p. 22.

MARINOS G. P. e PETRESHECK W. E. «Laurium». Geological and Geophysical Research vol. IV n. 1 - p. 11 fig. 6, p. 13 fig. 7. Institute for Geology. Athens 1956.

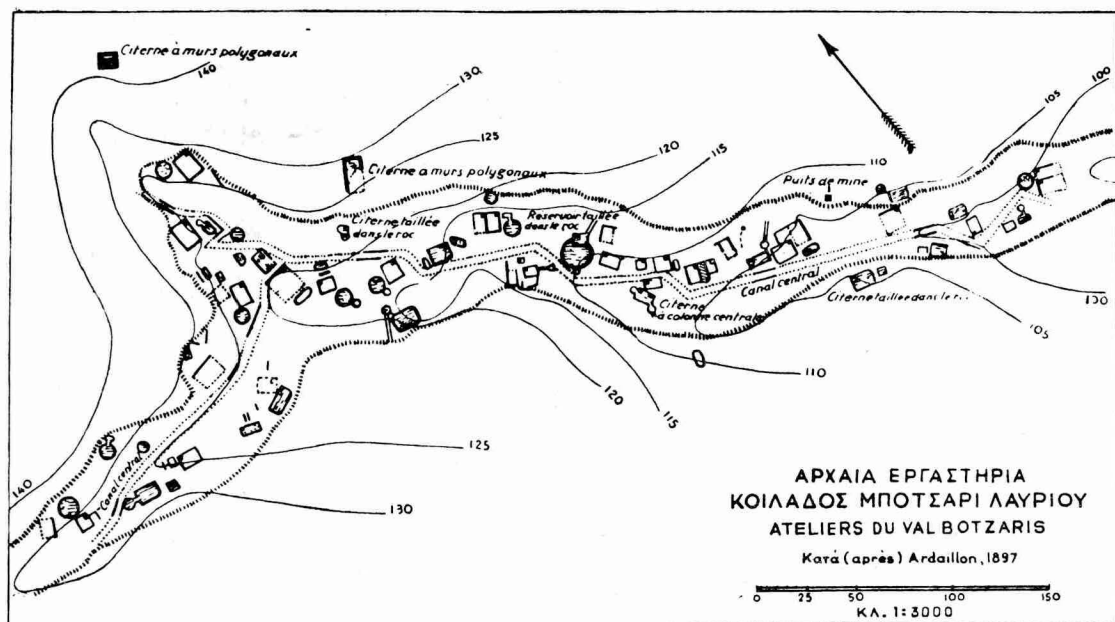


Fig. 80



Fig. 81



Fig. 82

La fotografia 82 fissa una laveria ad Oepikon ^(75a).

Scavate in terra o nella roccia stessa e masticate, erano servite alla sommità da una *vasca che attraverso una serie di bocche* (minimo 4) distribuiva sul piano inclinato a 20-22° uno spessore d'acqua mobile con la funzione precipua di lambire e lavare il minerale disteso in alto liberandolo dallo sterile meno pesante. Quest'ultimo, non privo totalmente del minerale, passava di vasca in vasca in un lunghissimo tragitto periferico depositando i residui più «fini di minerale» (fig. 83).

Agatarchide propone per le miniere del Mar Rosso un metodo sofisticato di arricchimento:

«I Selangi, i quali sono artefici che sanno condur l'opera a perfezione per il regio tesoro, versano il marmo macinato sopra una larga e ben liscia tavola, posta in un luogo piano ma alquanto inclinata. Bagnata con dell'acqua la polvere la van poi stropicciando con le mani prima leggermente e poi con maggior forza che sciogliendosi a mio credere le parti terrose scorrono per il piano inclinato della tavola, e ciò che è solido e pesante rimane fermo su quella.

Allora il Selangio, lavando più volte con l'acqua il marmo, con le spugne molli e fitte manipola e leggermente il maneggia e alquanto il preme, ed estraendo dalle fessure tutto ciò che vi si trova di lieve e fiacco, lo getta via lasciando separatamente sulla tavola quanto havvi di grave e lucido, che per la sua natural gravità, non è punto mobile» ⁽⁷⁶⁾.

Un modo di arricchire raffinato, ma forse meno industrializzato ormai come quello del Laurion.

Daubrée per la Francia descrive i resti di un tavolone fisso per lavare il minerale, recuperato nell'antica miniera di piombo di Pouche de Gaff nell'Ariege.

Costruito con assi di legno tenute assieme ad incastro formava una piattaforma, inclinata verso il centro, di 4 m di larghezza per 1,10 di lunghezza (fig. 84) ⁽⁷⁷⁾.

^(75a) Fotografie Phanis Bobotis, Šebesta, Atene.

⁽⁷⁶⁾ AGATARCHIDE vedi nota 23, p. 31, 32.

⁽⁷⁷⁾ DAUBRÉE M. A., *Aperçu historique sur l'exploitation des mines métalliques dans la Gaule*, Rev. Arch. XLI, p. 268-269, fig. 14, Paris 1881.

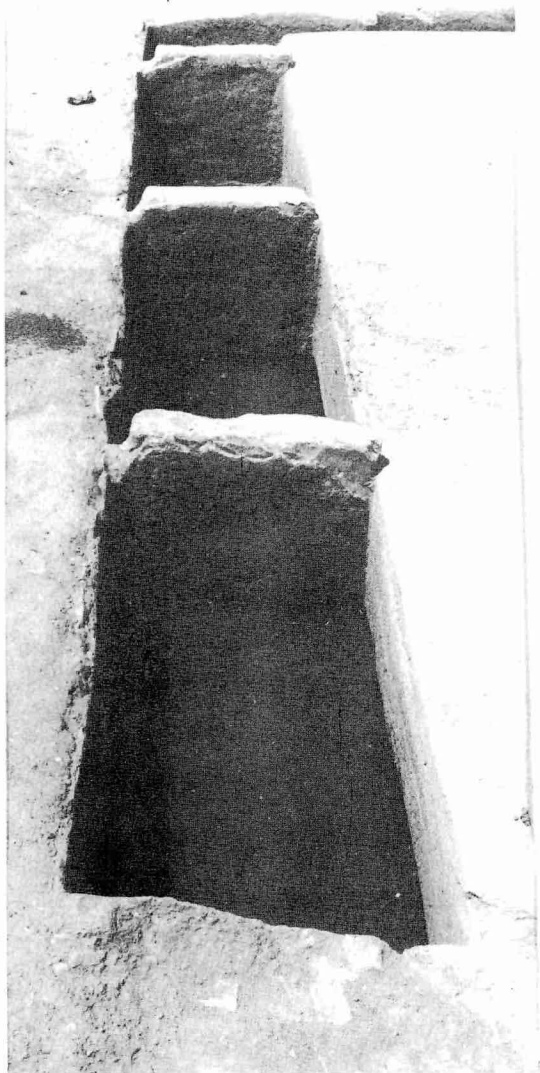


Fig. 83

Lo stesso Posidonio, visitando la Gallia verso l'anno 80 a.C., aveva notato come gli «Helvetii e coloro che abitavano lungo il Reno», particolarmente i vecchi e le donne, stendessero nei fiumi velli di montone per trattenere le pagliuzze-pepite d'oro che trasportavano le acque ed erano state depositate nelle sabbie ⁽⁷⁸⁾.

Che le acque fossero impiegate per il lavaggio-arricchimento lo riconfermava Strabone per l'area piemontese:

«concorreva moltissimo al lavoro delle miniere il fiume Duria per la lavatura dell'oro: perciò distribuendo per canali l'acqua a molti luoghi vuotano il letto del fiume» ⁽⁷⁹⁾.

Lo stesso Piemonte, attraverso solitari ricercatori d'oro, utilizzò fino al 1948 i sistemi arcaici per il lavaggio delle sabbie aurifere della Dora Baltea, là dove operavano gli Ictimuli.

La «scaletta» consisteva in un canale di legno munito di scanalature trasversali nelle quali si fermavano i frammenti d'oro di quella sabbia che mossa dall'acqua cadeva da un «ponticello» sistemato sopra il canale stesso (fig. 85).

Questo sistema di arricchimento era stato preceduto da un altro, formato semplicemente da un canale terragno con fossa intermedia riempita di fascine ⁽⁸⁰⁾ (fig. 86).



Fig. 84

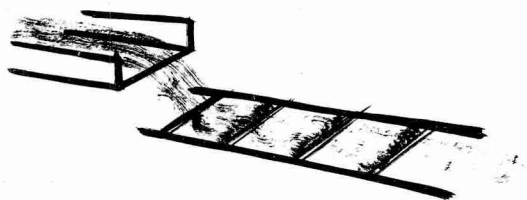


Fig. 85

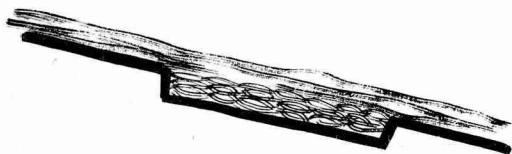


Fig. 86

⁽⁷⁸⁾ POSIDONIO in MÜLLER-DIDOT, *Frag. Hist. Graec.* II., p. 273, col. 2.

⁽⁷⁹⁾ STRABONE, *La descrizione d'Italia*, IV 6.7, p. 9 trad. C.O. Zuretti, Milano 1923.

⁽⁸⁰⁾ DONNA G., *Gli Ictimuli e la Bessa*, p. 23, tav. IV, Torino 1936.



Fig. 87

A riconferma dell'uso ininterrotto di tavole inclinate coperte con il vello di montone da parte dei minatori di Decebal, sono quelle utilizzate in Romania fin dopo il 1800 sui monti Apuseni ⁽⁸¹⁾ (fig. 87).

I metallurghi romani ancor più d'altri si resero conto che i minerali potevano essere spogliati dei loro componenti sterili con l'uso sapiente dell'acqua.

Per questo motivo, in un periodo di intenso sfruttamento industriale, progettaron e misero in atto laverie efficientissime che presentano riscontri analogici con quelle del Laurion (la successione dei pozzetti).

Tale è il lavatoio di Mazzarón (Murcia) che merita una analisi attenta (fig. 88).

Era formato da 9 vasche circolari in muro di pietra con diametro superiore di 75 cm.

ed inferiore di 30 cm. Alle stesse si addossavano altrettante vasche parallelepipediche (1,20-1,30 m. di lato, profonde 65-75 cm) entro cui si rintracciarono parti residue di sabbia di lavaggio. L'acqua giungeva ai contenitori circolari attraverso un canale lungo 15 m. parallelo alla installazione con dislivello di 35 cm.

Penetrava dalle rispettive entrate tangenzialmente provocando un movimento rotatorio rinforzato probabilmente da un palo girato da uomini.

Le particelle a maggior densità si concentravano depositandosi sul fondo delle vasche circolari, le altre, attraverso una tavola di legno con bocca più bassa sistemata in due scanalature verticali, erano spinte verso i recipienti contigui ⁽⁸²⁾.

In molte tavole e con altrettante spiegazioni tecniche Agricola propone per l'arricchimento l'uso di canali lignei inclinati, mobili, a percorsi variabili, con balzi ininterrotti per recuperare il minerale utile; canali artificiali, in muratura, passanti attraverso costruzioni edificali quasi a ricordare il lavatoio di Mazzaron e quello gotico di Tonadico (Primiero) ⁽⁸³⁾ (fig. 89, 90).

⁽⁸¹⁾ BUTURĂ V., *Spălarea arului din aluviuni din mineritul târânesc din muntii Apuseni*, Cluj 1969 - Muzeul Brukenthal. Cibinum 1966, p. 100.

⁽⁸²⁾ LUZÓN J. M., *Instrumentos mineros de la España antigua*, in «La mineira Hispana e Iberoamericana», v. I, p. 257, Leon 1970.

⁽⁸³⁾ AGRICOLA G., vedi nota 13, lib. VIII, p. 244, 245, 247, 248, 249, 254, 256, 257, 258, 261, 262, 263, 264, 269, 271, 272, 273, 276, 278, 279, 280, 281, 282, 283, 284, 285, 286, 287, 288 ecc.

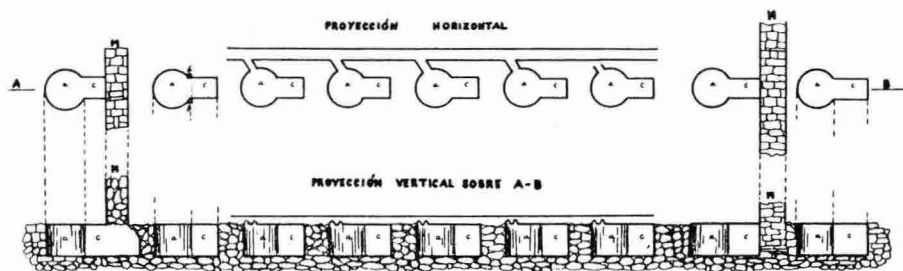


Fig. 88

Tutta una serie di metodi-esperienze, scattati in «mito del vello d'oro», portano a riflettere su una lunga e varia concatenazione della utilizzazione del lavaggio-arricchimento.

Zschocke e Preuschen si imbattono, nelle aree legate alle loro ricerche dirette, in enormi discariche di sabbie ormai sfruttate, in canali e conche a due manici che si collegano analogicamente con mezzi per operazioni di arricchimento ⁽⁸⁴⁾ usati pure in Spagna dagli esperti romani ⁽⁸⁵⁾ (fig. 91).

Agricola stesso alla distanza di tre millenni richiama la validità di questo mezzo semplicissimo:

«S'usano anche dei vassoi che ciascun fatto del tronco di un albero... La lunghezza di maggior vassoi è di tre piedi e la larghezza di un palmo pedale, i quali s'adoprano per lavar le terre minerali» ⁽⁸⁶⁾ (fig. 92).

Non si deve scordare che nelle operazioni di lavaggio gli antichi utilizzarono il setaccio ripetendo sullo stesso materiale l'operazione ben cinque volte ⁽⁸⁷⁾, setaccio sostituibile con cesti di vimini ben noti a Fiaavè fra il 1500-1300 a.C. (Recuperi Perini R. 1971-1975).

Lo stesso contenitore usato con il sistema

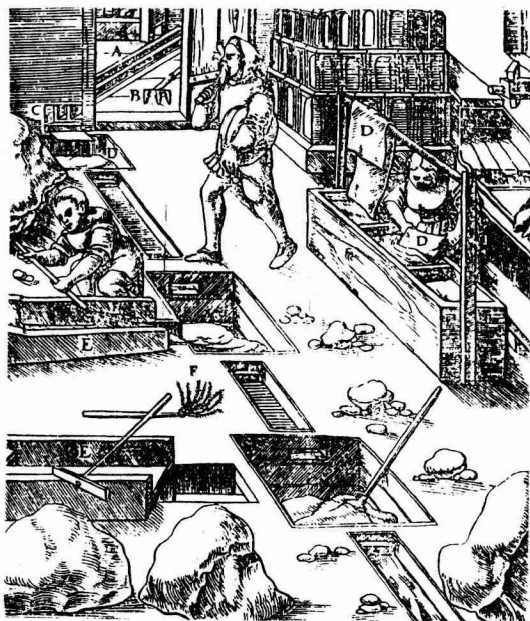


Fig. 90

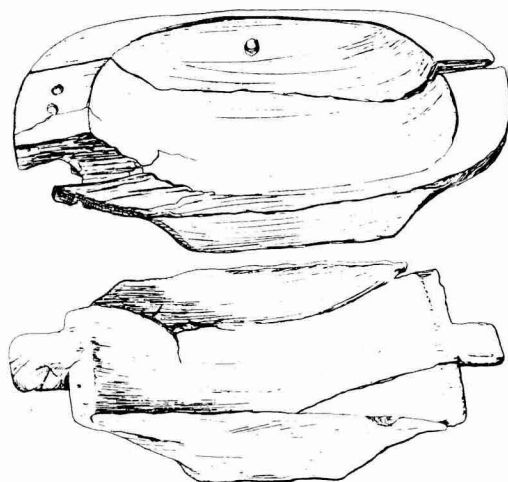


Fig. 91



Fig. 89

⁽⁸⁴⁾ ZSCHOCKE K., PREUSCHEN E., vedi nota 15, fasc. 6, p. - CLARCK E.G.D., vedi nota 50, p. 288.

⁽⁸⁵⁾ La mineira Hispano e Iberoamericana v. I, p. 258, fig. 25 Leon 1970.

⁽⁸⁶⁾ AGRICOLA G., vedi nota 13, lib. VIII, p. 287, 290, 291, lib. VI, p. 128.

⁽⁸⁷⁾ POLLUCE VII. 97 - STRABONE III. 2.10.

di rapida immersione in altro tino colmo d'acqua riconfermato da Agricola ⁽⁸⁸⁾ (fig. 93).

Setaccio che nel secolo XVIII trova ancora una sua utilizzazione in un dipinto ad olio legato alle estrazioni minerarie del Tirolo. (Ufficio Minerario, Trento) (fig. 94).

Una successione di scelte, scattate forse in Cuprolitico e sempre legate al rapporto *Acqua in movimento-contenitori-minerale-ganga*.

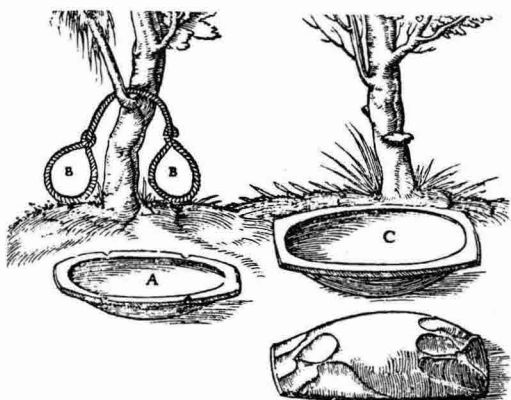


Fig. 92



Fig. 93

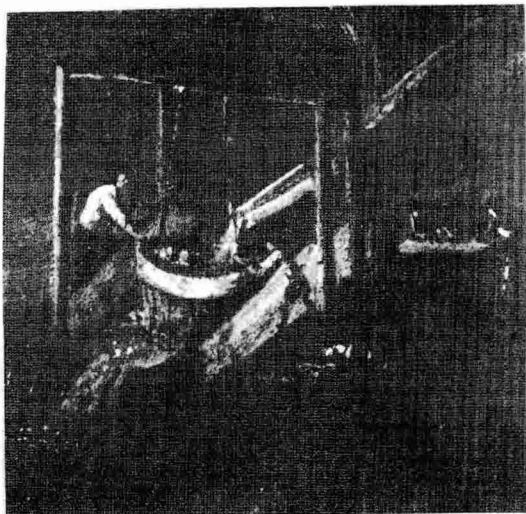


Fig. 94

PRELIMINARI AL DISCORSO SUI FORNI FUSORI

Il crogiolo da magliaro

Per comprendere la messa in atto di un forno fusorio da rame di Epoca Bronzo è opportuno seguire i «cavatori attuali di recipienti a conca» nella messa a punto dei loro forni aperti, destinati a fondere i ritagli di rame per ottenere gli specifici «lingotti da paiolo».

Gli studiosi di preistoria imparerebbero a conoscere in modo diretto e logico tutte le fasi progressive della messa a punto del catinocrogiolo che consentirebbe loro, durante gli scavi, di riscontrare analogie utili ad una reale interpretazione.

Se fossero ancora operanti i vecchi forni come quello di Vezzano ricostruito presso il Museo degli Usi e Costumi della Gente Trentina a S. Michele all'Adige (ricostruzione Šebesta G. 1966), balzerebbero agli occhi evidenti analogie con taluni forni proposti da Biringuc-

⁽⁸⁸⁾ AGRICOLA G., vedi nota 13 lib. VIII p. 249.

cio ⁽⁸⁹⁾ (fig. 95), e con altri fissati da Agricola ⁽⁹⁰⁾ (fig. 96).

il forno di Vezzano, utilizzato per fondere ritagli di rame, era una semplice costruzione parallelepipedica in mattoni alta 70 cm. con una base di 2 m. x 1 ⁽⁹¹⁾.

Entro questo cassone riempito di rostici e materiale inerte era stata ricavata sul lato minore una conca affossata a forma di crogiolo (fig. 97).

Per difendersi dal calore del metallo incandescente, del carbone infuocato e dal «riverbero», per sistemare e difendere il mantice doppio, per mettere in atto una colonna di aria



Fig. 95



Fig. 96

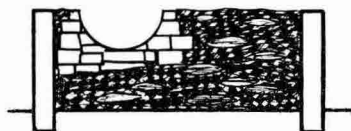
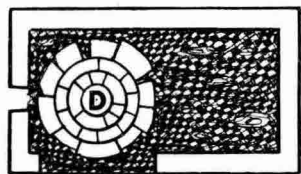


Fig. 97

ascensionale di tiraggio, l'artigiano vi aveva sopraelevato (esperienze cinquecentesche) tutt'intorno un muro robusto da superare il tetto della stessa fucina, provvisto a livello di crogiolo di una finestra di grandezza tale da permettere al fonditore di entrarvi facilmente con il busto e le braccia tutte le volte che stimava utile ripulire e rinnovare il crogiolo (fig. 98), o penetrarvi con le cucchie, affondandole nel rame liquido, per prelevarne il quantitativo utile da trasvasare nelle forme da fusione (fig. 99).

Ogni qual volta il ramaio si accorgeva che il crogiolo si era incrinato o cominciava a «sfiorire», per le elevate temperature ed i cicli continui di lavorazione, ne scalpellava profondamente l'intera superficie fino a raggiungere l'ossatura costituente la forma di partenza.

⁽⁸⁹⁾ BIRINGUCCIO V., *Pirotechnia del Signor Vannuccio Biringuccio Senese*, lib. VII p. 390, 392, 410, 411, 412 Bologna 1678.

⁽⁹⁰⁾ AGRICOLA G., vedi nota 13 lib. X fig. p. 418, 419.

⁽⁹¹⁾ ŠEBESTA G., *Tecnica fusoria di una metallurgia artigianale*, in *Economia Trentina* n. 1, 1977.

La ripuliva con un raschiatoio ad uncino, come un dente cariato, lasciando intatte talune asperità vive (fig. 100).

Ma la porzione di catino cui dedicava maggiore attenzione era il fondo.

Per la temperatura elevata di fusione (1085°) si era fratturato il più delle volte a tal pun-

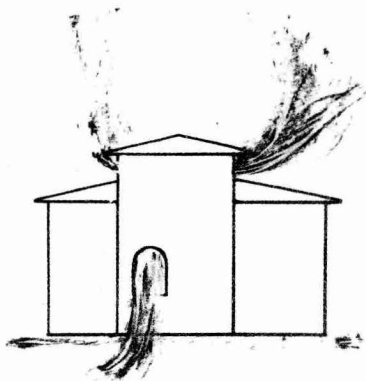


Fig. 98

to che il rame liquido vi si era insinuato consolidandosi in un blocco rame-argilla-crogiolo (fig. 101).

Dopo aver assaggiato il fondo con i polpastrelli delle dita per rintracciare l'orlo, vi praticava tutt'intorno uno scasso profondo usando scalpello e mazzuolo (fig. 102).

Vi inseriva una leva forzandola fino a staccare il blocco (fig. 103).

A volte il crogiolo stesso saltava per cui bisognava rinnovarlo completamente, ricostruendo la matrice con una massiciata di sassi duri a spigoli vivi, rosticci o frammenti di mattone.

Infine ripuliva con uno scopino le pareti scarificate.

Frattanto un garzone aveva sistemato in un recipiente argilla ad impasto finissimo aggiungendo dell'acqua. Manipolando il tutto lo trasformava in un pastone denso e nello stesso tempo fluido.

Immergendovi un pennello, formato da

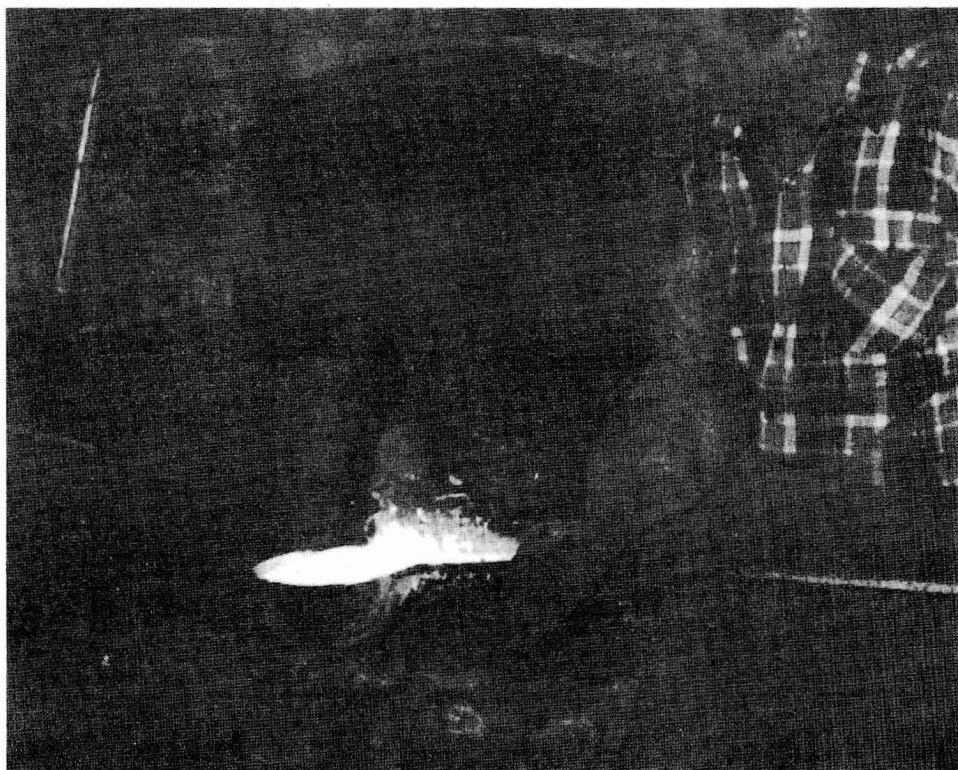


Fig. 99



Fig. 100



Fig. 101



Fig. 102

alcuni stracci legati ad un manico, il fonditore cominciava ad imbrattare le pareti scarificate comprendole di una pelle di argilla spessa 2-3 mm. (fig. 104).

Il garzone aveva preparato un secondo pastone formato da $\frac{3}{5}$ di polvere di carbone di legna e $\frac{2}{5}$ di argilla. Quest'ultimo veniva gettato violentemente a manate sopra la prima pelle che si era andata consolidando.

Con lo stesso materiale modellava il bordo del catino spostandolo in fuori di 10 cm. ed ispessendolo di 3-5 mm. (fig. 105).

Pazientemente, con il palmo della mano, arrotondava e modellava la superficie ottenendo fondo e pareti uniformi. Vi setacciava sopra un velo di cenere per asciugare l'acqua affiorante.

Poi con l'argilla, utilizzata per la prima operazione, ridipingeva orli, pareti e fondo del catino. Quindi lasciava che il costruito asciugasse.

Con un terzo impasto al 50% di argilla e polvere di carbone ricopriva il crogiolo con uno strato di 10 mm.

Lo rimodellava battendolo con il palmo

della mano e lisciandolo lo rifiniva. Vi setacciava sopra un velo di polvere di carbone di legna per riassorbire la nuova umidità affiorante del rinnovato crogiolo.

Attendeva alcune ore ventilando il catino poi vi collocava dentro dei carboni accesi, ricoprendoli con altri fino a colmarlo (fig. 106).

Quando il carbone aveva raggiunto la massima combustione ne aggiungeva altro sovrapponendolo a guisa di montagnola in modo da sommergerne il bordo stesso (fig. 107).

Da quell'istante, aggiungendo carbone, i mantici soffiavano 12 ore per «cuocere» il catino.

Dopo le prime 10 ore si riduceva il soffio del mantice abbassando la temperatura ed impedendo così al manufatto di rompersi per «balzo brusco» di temperatura.

Alla dodicesima ora si fermava la soffieria aggiungendo nuovo carbone da lasciar bruciare fino a consumazione.

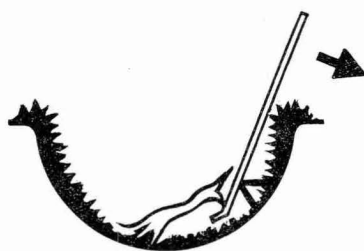


Fig. 103



Fig. 104



Fig. 105

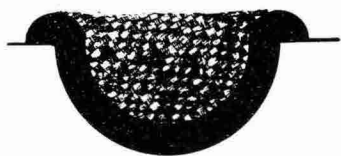


Fig. 106



Fig. 107

Preparazione delle cucchiaie

Le cucchiaie di ramaio erano mescoli di ferro con manici lunghissimi. La loro conca circolare, con diametri medi di 14-20 cm. ed invasi profondi 10 cm. presentava un beccuccio di invito (fig. 108).

Affinché il rame non vi aderisse saldandosi sopra, la superficie interna ed esterna veniva rivestita con spessori opportuni di impasti di argilla e rinnovata in caso di rottura o «sfioritura».

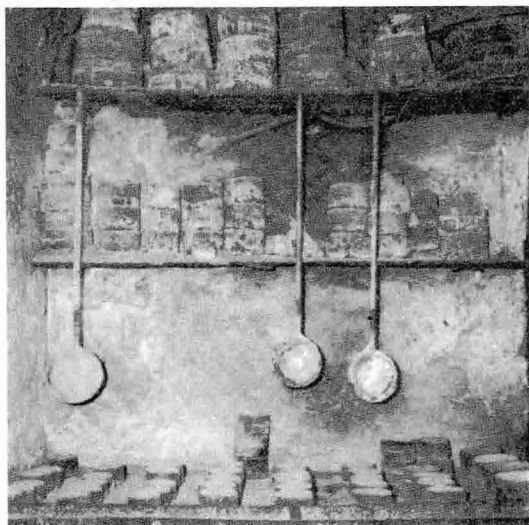


Fig. 108

Si preparava per il rivestimento dell'argilla aggiungendovi materiali morbidi e secchi come escrementi di cavallo, tritume di paglia, polvere di mattone e cenere.

Intiepidito il mescolo sul fuoco lo si tingeva con il solito pennello, attendendo che si asciugasse. Si ricoprivano le superfici esterne ed interne con spessori di 20 mm. di impasto. Si smodellavano arrotondando l'orlo e sagomando il beccuccio con molta cura affinché il rame liquido, durante il travaso scorresse agevolmente (fig. 109).

Più era liscia, la cucchiaia attingeva facilmente il rame liquido versandolo senza provocare gli «sbuffi».

Così rivestita era posta a cuocere sui carboni accesi del crogiolo e successivamente sottoposta al vento caldo di tiraggio del camino attraverso una finestrella (fig. 110).

Queste cucchiaie presentavano gli stessi spessori e volumi di contenimento di quelle da fonderia di Epoca Bronzo. Per raffronti analogici merita attenzione una delle cucchiaie della palafitta di Ledro (Museo Tridentino di Scienze Naturali. Sezione archeologica) (fig. 111, 112) ⁽⁹²⁾.

È importante precisare che servirono soltanto per fondere lingottini commerciali ⁽⁹³⁾ e, per travaso in stampi, ricavare pugnali, spilloni ed altri oggetti di bronzo.

L'inserimento dei manici nei fori a sezione quadra delle cucchiaie, solo nel momento dell'utilizzo, chiariscono quanto fosse avanzato il modo di servirsene e forse le scelte personali dei vari fonditori.

Sarebbe importante per la storia di Ledro sapere se questi tipi di foro siano stati presenti ad Unetice per stabilire se le cucchiaie ledrensi sono locali o sono venute dall'esterno per mezzo dei fonditori girovaghi.

⁽⁹²⁾ RAGETH JÜRG, *Der Lago di Ledro im Trentino*, tav. 90, 91 in Bericht der Römisch-Germanischen Kommission 55, I. Berlino 1974.

⁽⁹³⁾ ŠEBESTA G., vedi nota 91, p. 101-103.



Fig. 109

Forme da fusione aperte per lingotti da paiolo

La parte esterna degli stampi da fusione era costituita da una fascia di ferro a cerchio solidale, mediante ribattini, a due fasce a crociera (fig. 113).

All'interno dell'essenziale cestello il magliaro sistemava un pastone consistente formato da polvere di mattone, cenere, mondiglia di frumento-paglia ed argilla. Premendolo ed adattandolo con la mano a pugno vi ricavava un abbozzo di conca che rifiniva, aggiungendo spruzzi d'acqua, tirandola a liscio: la forma del futuro lingotto (fig. 114).

Prima di ogni colata il garzone controllava gli stampi, disponendoli gli uni accanto agli altri in file parallele su un piano di sabbia imprigionata da un secondo di cenere.

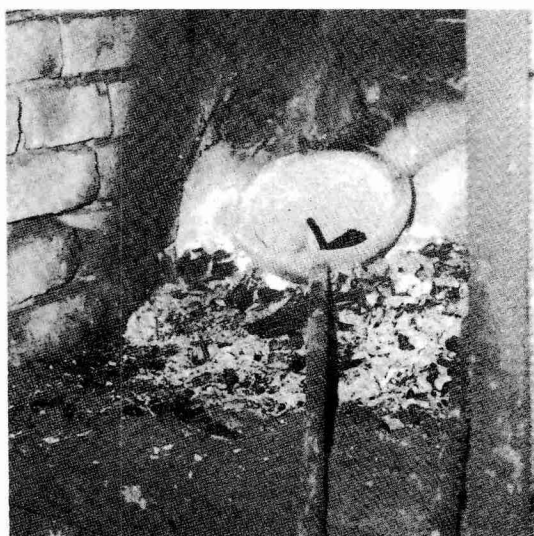


Fig. 110

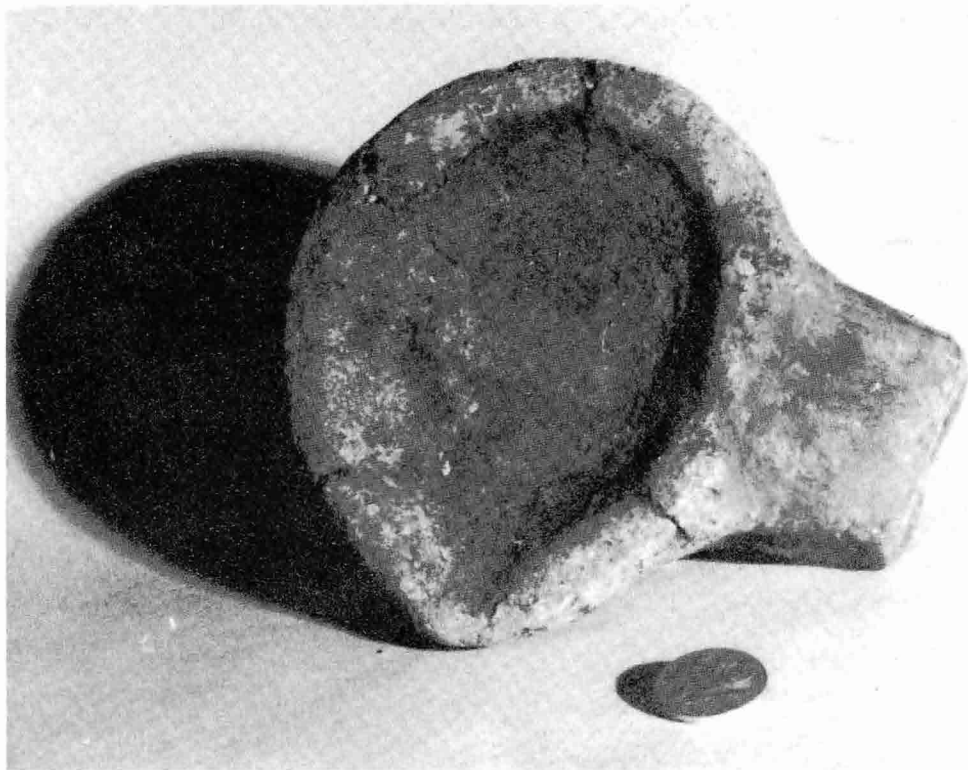


Fig. 111

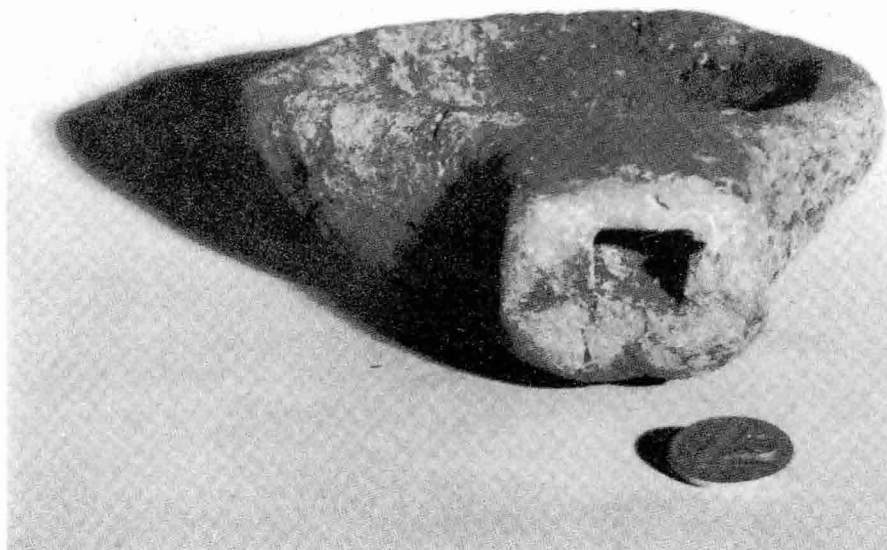


Fig. 112

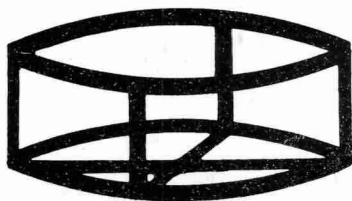


Fig. 113



Fig. 114

Predisposto un miscuglio finissimo di polvere di mattone e di cenere lo versava all'interno della forma battendolo leggermente con un tampone di tela finissima a forma emisferica della dimensione-forma della conca.

Questa polvere vi aderiva formando uno stampo perfetto (fig. 115).

Vi setacciava sopra un velo di cenere su cui la colata non avrebbe aderito permettendogli così di poter levare con le pinze il lingotto incandescente, ma ormai consistente.

Solidificando e raffreddando il lingotto di rame virava successivamente dal giallo-bianco abbagliante al giallo-vermiglione, al



Fig. 115

vermiglione, al rosso, al rosso scuro, al rosso bruno.

I lingottini, dentro le loro forme, si ricoprivano con una setacciatura di cenere per impedirne, con il brusco contatto con l'aria, l'insorgere di bolle e la loro gonfiatura (rame poroso).

Levandoli con pinza ed osservandoli nel loro complesso si ritrovava una notevole somiglianza con i corrispondenti lingotti di rame preistorico anche nelle loro quote (Museo Archeologico di Sibiu, di Cagliari. Inch. Šebesta G. 1964-1971).

Meritano attenzione i due lingottini (figg. 116, 117).

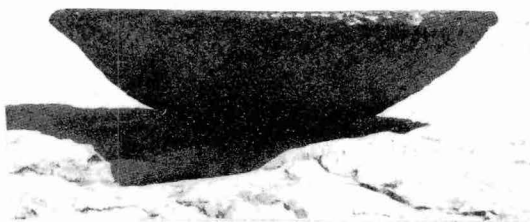


Fig. 116

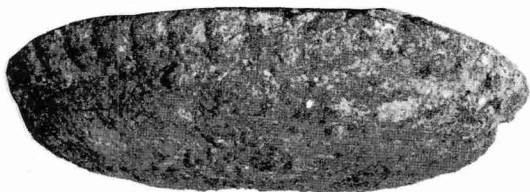


Fig. 117

Il primo «gettato» nella Fonderia Manzoni di Cadine nel 1965 (M.U.C.G.T. n. inv. 2929), il secondo proveniente da Romallo (C.B.C. TN - NB C.B.C. TN = Castello del Buon Consiglio - sezione archeologia n. inv. 3646 ex Campi. Arch. Trentino XIX p. 46).

Il primo presenta diametro di 110 mm e spessore di 30 mm; il secondo 103 e 30 mm.

Osservando i bordi del lingottino di Romallo riscontriamo una evidente «montatura»; il lingotto si era gonfiato superiormente per gettata sbagliata provocando porosità eccessiva (fig. 118).

Soffioni-Tuyères-Mantici: mezzi soffianti per esaltare i processi riduttivi

In molti scavi archeologici, legati alla ricerca di fucine e forni fusori, si rintracciarono *tubi tronco-conici* in cotto con lunghezze e diametri esterni e di foro particolare.

Furono i più evoluti a «tubo», con diametri di foro dell'ordine di 50-70 mm. e più che precisarono la utilizzazione di mezzi meccanici produttori di vento: i *mantici*.

Ma altri mezzi più semplici vennero usati precedentemente; i *soffioni*.

Scaviamo in terra una fossa a conca del diametro di 40-50 cm. profonda 25-30.

Rivestiamola di una massiciata di sassi a spigoli vivi resistenti al calore e di strati successivi di argilla, preparati come operava il nostro magliaro, fino a realizzare il crogiolo armandolo di una cintura muraria tale da trattenere il carbone potenziando così l'aumento di temperatura (fig. 119 A, B).

Aggiungiamo del carbone di legna a colmare il crogiolo a metà. Stiviamoci sopra del minerale arricchito, poi altri strati di carbone e di minerale (fig. 119 C).

Infine carbone che sovrasti il catino (fig. 119 D).

Questo potrebbe essere stato un primo tentativo di forno aperto ripetuto molte volte, con opportune varianti, per tentare la fusione ⁽⁹⁴⁾.

L'uomo conosceva già da molti millenni l'importanza di «saper soffiare» su un fuoco da accampamento per «tenerlo in vita» e ravvivarlo.

Forse nel «futuro fonditore», per successive esperienze-valutazioni si sviluppò la coscienza

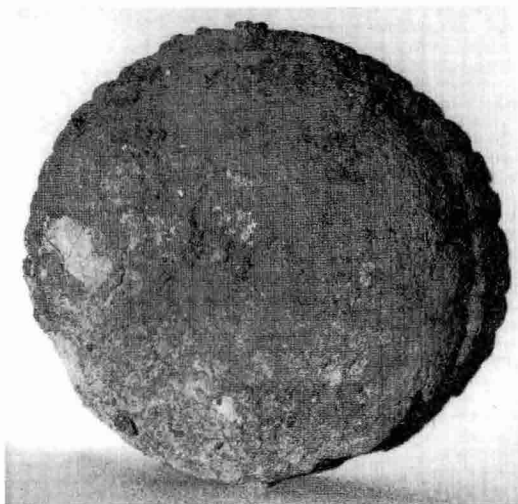


Fig. 118

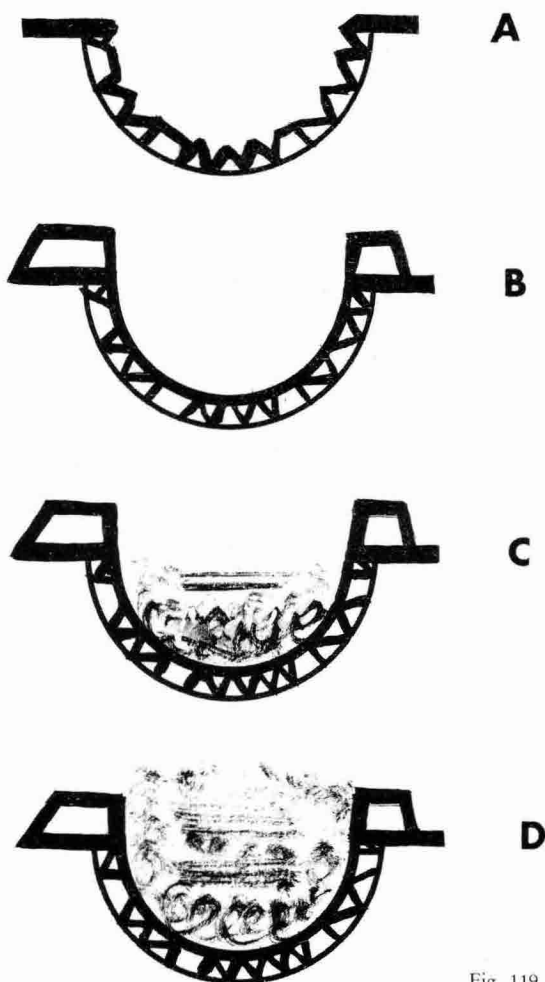


Fig. 119

⁽⁹⁴⁾ AITCHISON L., *A History of Metals*, p. 185, figg. 87, 87b. London 1960.

za di dover soffiare su quel forno aperto a distanza di sicurezza (fig. 120).

Nacque perciò l'idea, poiché il fuoco bruciava o deformava qualsiasi manufatto, al di fuori del «cotto», di realizzare dei tubicini a tronco di cono in argilla con un foro di uscita a guisa di labbra, mentre soffiano, ed un foro di entrata svasato con diametro tale da potervi innestare una canna lignea tanto lunga da difendere il «soffiante» dal riverbero-calore del fuoco (fig. 121).

Forse inizialmente si operò con un solo soffiante, poi per tentativi con un numero maggiore.

Illuminanti per convalidare tale possibilità le immagini di fonderia della tomba di

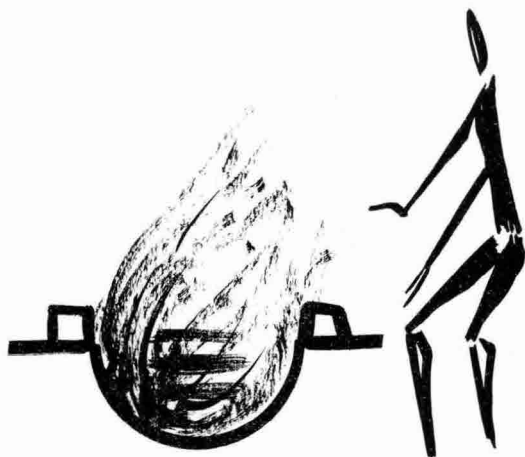


Fig. 120



Fig. 121

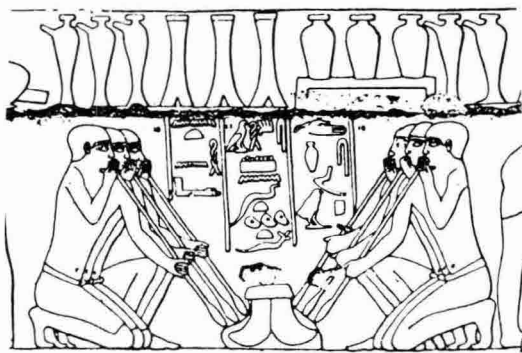


Fig. 122

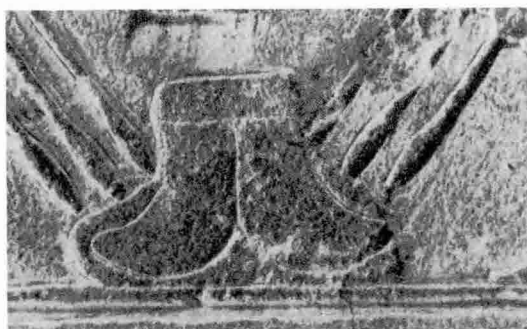


Fig. 122a

Rehk-mi-re in Tebe della XVIII dinastia ⁽⁹⁵⁾ (fig. 122).

Immagini rinforzate per analogia dall'uso di più addetti ai mantici della documentazione fotografica di un gruppo di Watteya (Tanganyica) operanti in un'unica fase di fonderia ⁽⁹⁶⁾ (fig. 123).

Le scene complessive tombali di Rehk-mi-re chiariscono la presenza di:

- 1) Soffianti
- 2) Ugelli armati di canna
- 3) Crogioli in batteria
- 4) Focolari aperti-forgia

⁽⁹⁵⁾ CURTO S., *Postille circa la metallurgia Antico-Egiziana*, in *Mitteilungen des Deutschen Archäologischen Instituts Abteilung Cairo* vol. 18, p. 60, fig. 1 Wiesbaden 1962 - Riad H. Museo Egizio Cairo, fot. fig. 122a.

⁽⁹⁶⁾ GROTTANELLI V., *Ethnologica*, vol. II p. 575 Milano 1965.

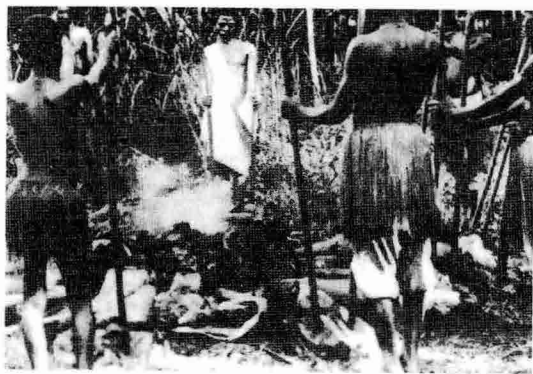


Fig. 123

Se noi pensiamo ai soffiatori di vetro (Murano-Venezia) che quotidianamente aspirano e soffiano l'aria dei propri polmoni nei loro tubi per costringere una massa di pasta vetrosa ed incandescente a dilatarsi, ma ancor più alle immagini dei soffiatori di vetro egizi ⁽⁹⁷⁾, non dovrebbe sorprendere in Bronzo una autentica categoria di soffianti.

Dovunque in Europa, particolarmente in aree estrattivo-fusorie, si rinvennero soffioni o boccolari che permisero di stabilire la loro evoluzione, ma anche il modo di adattabilità ad un focolare aperto:

Soffioni a tronco di cono *Soffioni ad L*

Ad Acquaviva di Besenello si rintracciò in scavo un soffione tozzo e corto del 2200 (cronologia tradizionale) - 2000 a.C. (dendro-cronologia calibrata) ⁽⁹⁸⁾.

A Ledro si rinvennero a tronco di cono, legati ad attività terziaria ⁽⁹⁹⁾ (Museo Tridentino di Scienze Naturali - Museo palafitticolo di Ledro - Museo Provinciale d'Arte. Sezione archeologica. C.B.C. Trento) (fig. 124).

Anche Romagnano offrì due soffioni interi e tradizionali inseriti in una crepa rocciosa e presso il Tos de la Val un terzo intatto più alcuni frammenti inquadrabili fra Neolitico recente - Bronzo antico (1800 a.C.) ⁽¹⁰⁰⁾.

Le tuyères ad L entrarono in uso quando i conduttori di forni aperti o di forge avvertirono la necessità di convogliare una corrente d'a-

ria tale da lambire, per la posizine d'impianto, la parte interna del crogiolo (fig. 125).

Nel caso della forgia, che serve per riscaldare un pezzo da forgiare più che metallo da fondere, si poteva sistemare la bocca di uscita al centro della stessa mentre la bocca di entrata veniva servita da due mantici (fig. 126).

La presenza di tuyères ad L segnarono:

- 1) *Una combustione a più alta temperatura*
- 2) *L'uso della ventilazione artificiale*

L'uso di un soffione ad L mise in atto questo tipo di vento ascensionale e poco forzato (fig. 127).

L'impiego di due tuyères ad L, diametralmente opposte, portarono ad una soluzione più compressa e centralizzata del vento (fig. 128).

Sul Monte Ozol (Valle di Non - Trentino) si rinvennero due soffioni ad L che, per forma e quote propongono due servizi diversi ⁽¹⁰¹⁾. Il primo, normale, può soffiare su un crogiolo immerso in carbone o su focolare (fig. 129).

Il secondo presenta una quota di entrata del diametro di 175 mm e 40 di uscita con strozzatura centrale riducibile a mm 13,7 che propone l'utilizzo di forgia particolare con boccolare servito da oltre sovrapposta solidale alla sua bocca di entrata (fig. 130).

Purtroppo manca la controparte gemella.

A Bojadla, provincia di Zielona Gora (Polonia) si rinvenne un soffione ad L di 24 cm di lunghezza con foro di entrata del diametro di 4,7 cm (fig. 131) ⁽¹⁰²⁾.

⁽⁹⁷⁾ NEUBURGER A., *Die Technik des Altertums*, p. 134, fig. 192, Lipsia 1919.

⁽⁹⁸⁾ ANGELINI B., BAGOLINI B., PASQUALI T., *Acquaviva di Besenello (Trento)* in *Preistoria Alpina* vol. XVI p. 67, 68 Trento 1980.

⁽⁹⁹⁾ RAGETH JÜRIG, vedi nota 92, tav. 91.

⁽¹⁰⁰⁾ PERINI R., *Romagnano - Tos de la Val*, in *Preistoria Alpina* n. 9, p. 247-250 Trento 1973.

⁽¹⁰¹⁾ PERINI R., *Ciaslir del Monte Ozol*, in *Studi Tridentini Scienze Naturali*, sez. B. vol. XLVII n. 2, p. 150-234 Trento 1971.

⁽¹⁰²⁾ *Schlesiens Vorzeit* in «Bild und Schrift», vol. V, p. 20, fig. 22 Wroclaw 1909.

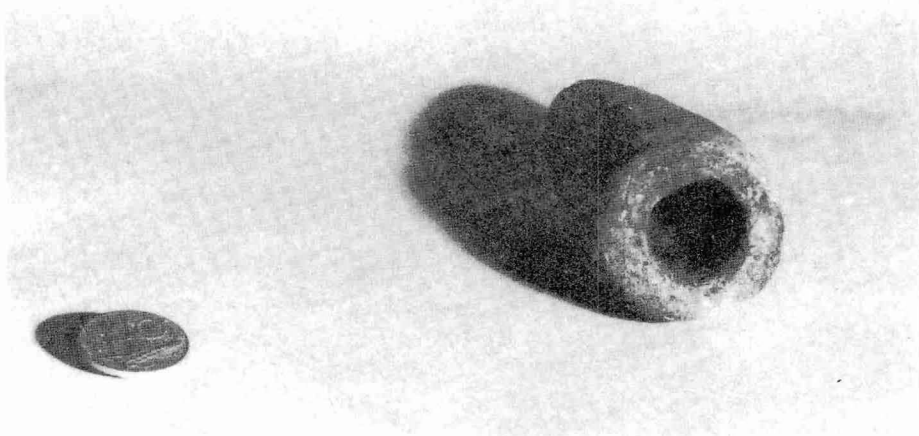


Fig. 124



Fig. 125



Fig. 126

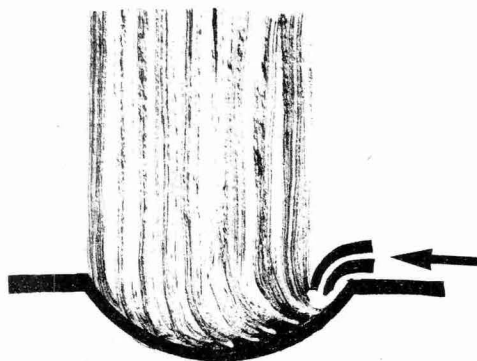


Fig. 127

La figura 132 chiarisce il passaggio evolutivo da mantici a singola bocca all'abbinamento di due a soffiare in una tuyère a bocca larga.

Trasferiamoci idealmente in una località dove il vento spiri in direzione costante almeno una parte del giorno (valori ottimali 5-6 ore).

Realizziamo un crogiolo cementando sul suo bordo un tubo cilindrico opportunamente puntato. Favoriamo la possibilità di cattura del vento mediante un muricciolo a V opposto al soffio dello stesso (fig. 133).

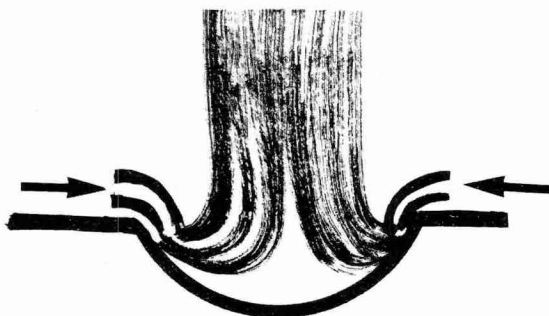


Fig. 128

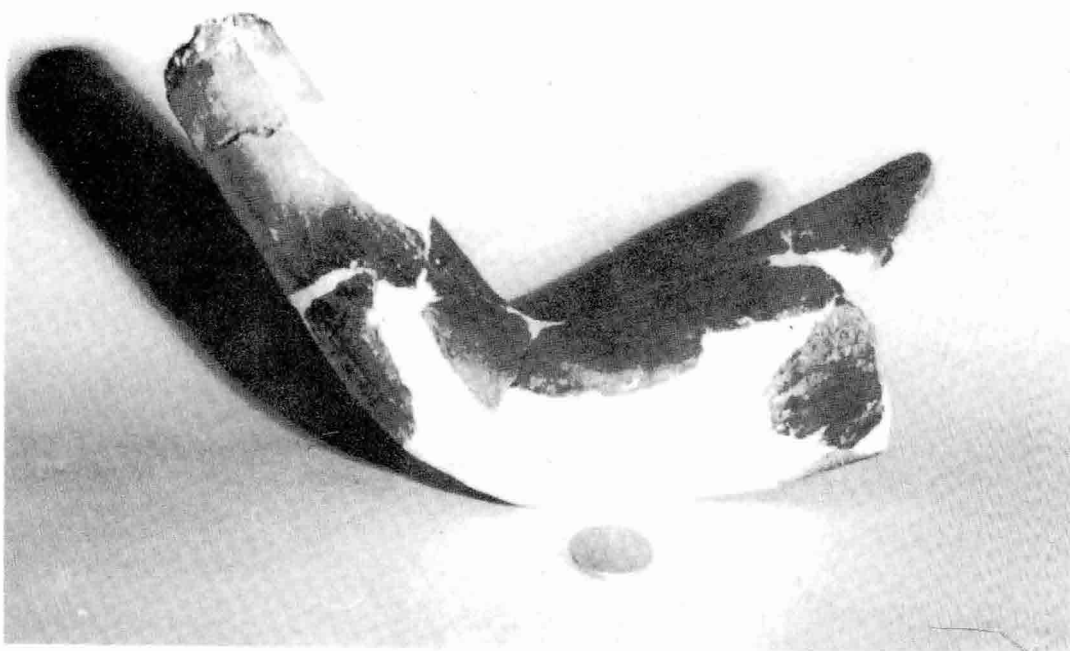


Fig. 129



Fig. 130

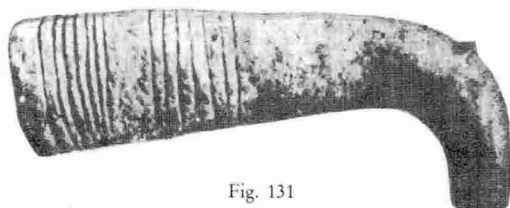


Fig. 131

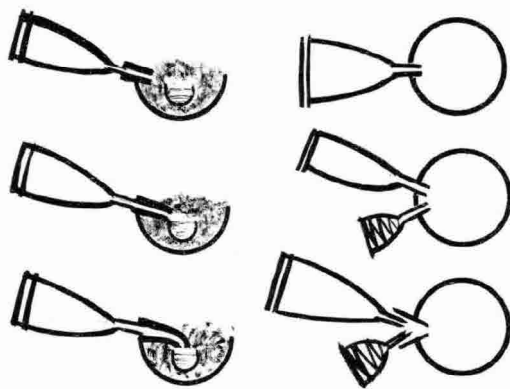


Fig. 132

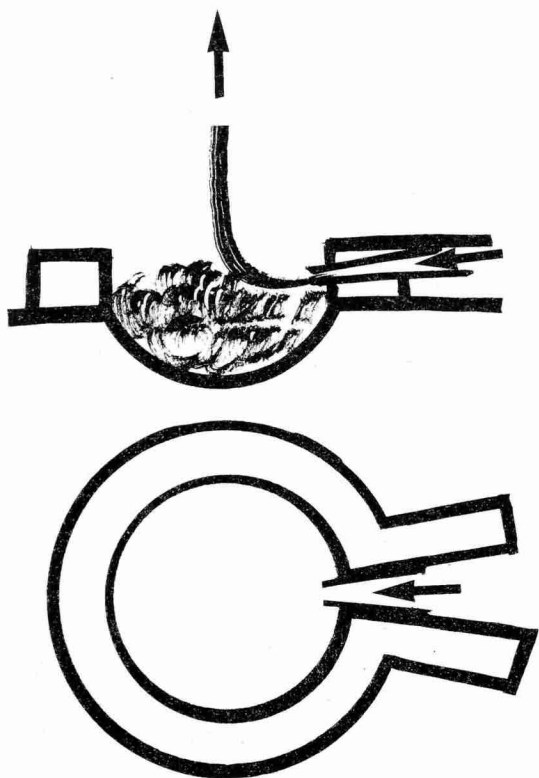


Fig. 133

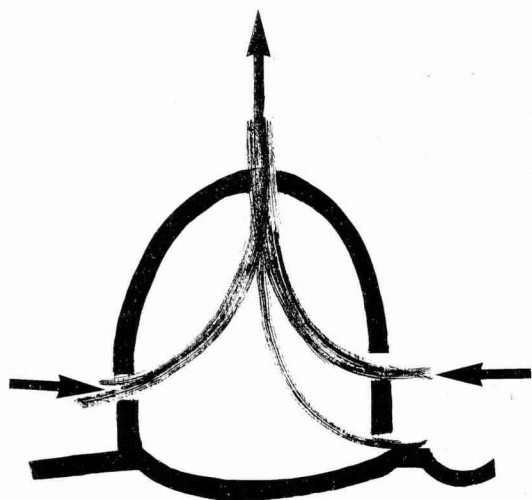


Fig. 134

Per le ore di vento necessarie ad un'utile riduzione il fonditore avrebbe potuto mettere in atto una corrente d'aria parzialmente forzata.

Innalziamo un secondo forno a cupola, con bocca e catino esterno per scolo-recupero metallina, munendolo di due o più bocche nella zona di combustione ⁽¹⁰³⁾ (fig. 134).

Il vento penetrando anche da una sola bocca avrebbe esaltato la colonna ascensionale prodotta dal fuoco stesso risucchiando a sua volta aria dalla bocca opposta.

Che dire poi dello stesso forno collocato ai piedi di una parete di roccia colpita dal sole in una vallata ancora in ombra? (fig. 135).

Là, come per il forno alla Vela, si sarebbe formata una colonna d'aria ascensionale ideale per un forno di transizione rame nero-rame rosso.

La stessa situazione si sarebbe verificata in cima ad un piano inclinato pulito in collina o montagna (fig. 136).

I metallurghi dell'Epoca Bronzo non trascurarono né i venti, né la sistemazione delle bocche che gli stessi tecnologi del Ferro adattarono a forni ancora più poderosi quando lo sfruttamento dei mantici era una realtà da lungo tempo acquisita.

Ad Hüttenberg, uno dei centri più significativi di produzione del ferro Norcio, i forni, attraverso bocche conduttrici, lavorarono mediante il vento ⁽¹⁰⁴⁾ (fig. 137).

Forni che trovano analogie per l'uso di pluribocche con gli altiforni per la produzione del ferro presso gli Unvika nel Tanganika ⁽¹⁰⁵⁾ (fig. 138).

Il fonditore riuscì a sostituire l'impiego dei soffiatori a fiato e l'impiego del vento quando mise in atto un sistema meccanico capace di produrre un vento continuo prolungabile a sua discrezione: il *mantice*. Non si può spiegarne il

⁽¹⁰³⁾ PITTIONI R., *Der Schmelzplatz nr. 13 des Bergbaugebietes Jochberg bei Kitzbühel, Tirol* in *Studia Paleometallurgica, Archaeologia Austriaca, beiheft 3* p. 29. Wien 1958.

⁽¹⁰⁴⁾ GRENIER A., *Manuel d'archéologie Gallo-Romaine*, p. 1006 fig. 361, Paris 1934.

⁽¹⁰⁵⁾ GROTANELLI V., *VEDI NOTA 96 VOL. II* p. 517.

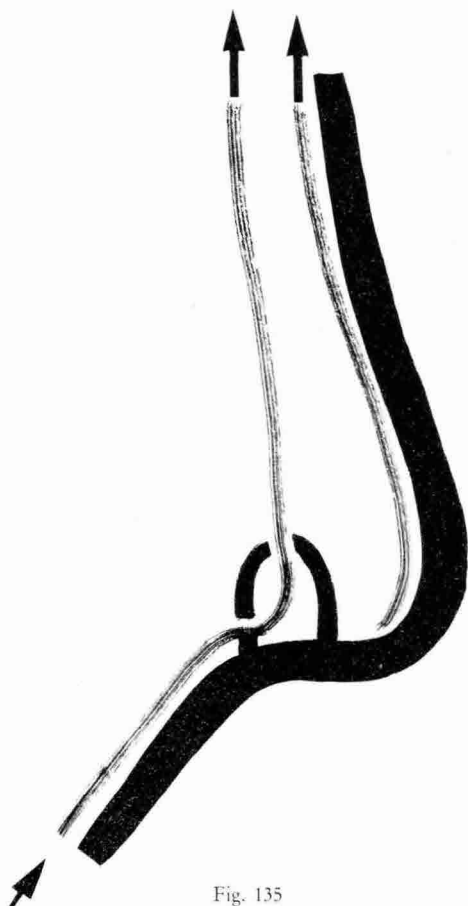


Fig. 135

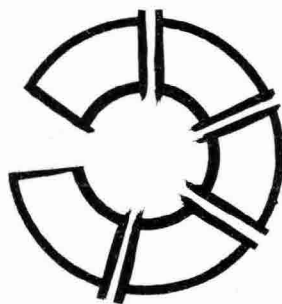


Fig. 137

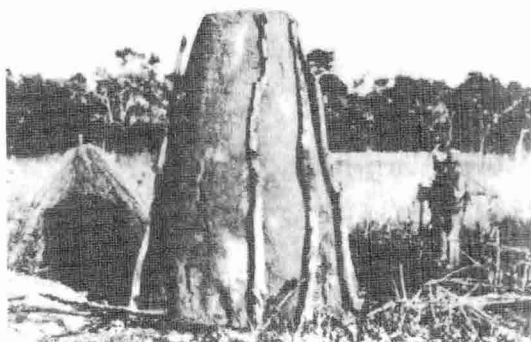


Fig. 138

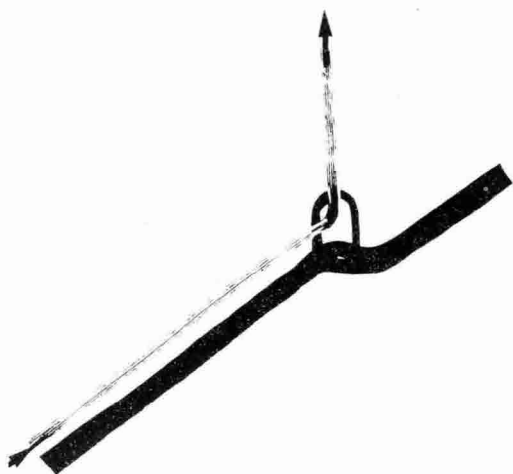


Fig. 136

funzionamento senza chiarire come vengano preparati gli otri che, per la loro stessa natura, possono venire allargati a guisa di sacco od essere schiacciati a tal punto da perdere il loro totale volume.

L'arte di scuoiare animali, strappando loro la pelle, di conciandola rendendola morbida ed impermeabile è un problema già superato in paleolitico finale.

Sgozziamo un capretto appendendolo a testa in giù.

Tagliamo tutt'intorno la pelle al livello degli arti posteriori e tiriamo in basso la pelle a strappi, aiutandoci con il coltello e sfilandola dagli stessi arti anteriori fino a livello dei garretti che seghiamo.

Giunti al collo lo tagliamo all'attacco con la testa.

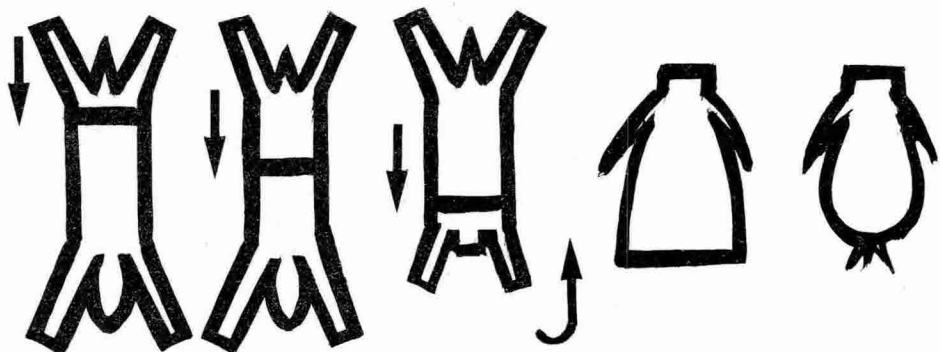


Fig. 139

Avremo una specie di contenitore di pelle con alcuni fori. Riempiamolo con paglia in modo da consentirgli la massima estensione volumetrica. Asciugato, conciato, ammorbidito, chiuso con opportuni legacci diverrà un ottimo sacco (fig. 139): l'otre.

Se si chiude repentinamente e con forza l'apertura e si preme il sacco rimarrà tale e quale: un pallone gonfiato (fig. 140).

Ma se in luogo della chiusura inferiore del sacco sistemiamo una canna di diametro ridotto, richiudendo repentinamente l'apertura superiore e premendo il sacco si sgonfierà in un certo lasso di tempo (rapporto volume d'aria nel sacco-diametro foro della canna) (fig. 141).

Questo è il primo concetto funzionale di *mantice ad otre*.

Per ovviare alla chiusura irrazionale della apertura con l'uso delle due mani, l'uomo fissò lungo il suo bordo due solidi listelli di legno muniti di occhielli entro cui infilare il pollice e le quattro dita di una stessa mano (fig. 142).

Tenendo allargati i due listelli, cioè l'apertura, sollevando l'otre a concedergli il massimo volume, l'aria ambiente lo occupava (fig. 143).

Accostando i listelli e comprimendo l'otre, l'aria usciva dalla canna (fig. 144) in un certo tempo.

Questo fu il primigenio mantice non capace però di realizzare un soffio ininterrotto a causa della fase di apertura-caricamento-chiusura del sacco (fase morta).

Il superamento avvenne quando, sincro-

nizzando alternativamente il getto d'aria, si usarono due otri uguali con gli ugelli convergenti nel punto focale del forno (fig. 145).

Per la loro somiglianza-integrazione si chiamarono «mantici gemelli». Così il vento del primo annullò la fase morta del secondo ed il vento di quest'ultimo la fase morta del primo.

È con l'adozione dei raccordi a V o ad Y, collegati al forno, che i mantici iniettarono una corrente esclusivamente unidirezionale importantissima per gestire taluni processi riduttivi (fig. 146).

La documentazione iconografica più significativa di un mantice ad otre è quella raffigurata su un vaso attico a figure nere del VI sec. a.C. ⁽¹⁰⁶⁾ (fig. 147).

L'otre è armato in uscita da una grande tuyère con un anello da afferrare con le mani per infilarlo attraverso un foro in un probabile supporto di forgia o di finestra di forno fusorio.

La fotografia di questo boccale del V sec. a.C. trovato in scavo all'Isola d'Ischia ne precisa i dettagli ⁽¹⁰⁷⁾ (Šebesta G. 1969 fig. 148).

Il mantice ad otre diffusissimo in India,

⁽¹⁰⁶⁾ BENOIT F., *Souffletes de forge antiques*, in *Revue des Etudes Ancienne*, p. 306, fig. 1 Bordeaux 1958.

⁽¹⁰⁷⁾ BUCHNER G., *Gli scavi di Pithecusa*, in *Ricerche contribuite e memorie - Atti Centro Studi sull'Isola d'Ischia*, pag. 15 Estratto periodo 1944-1970.

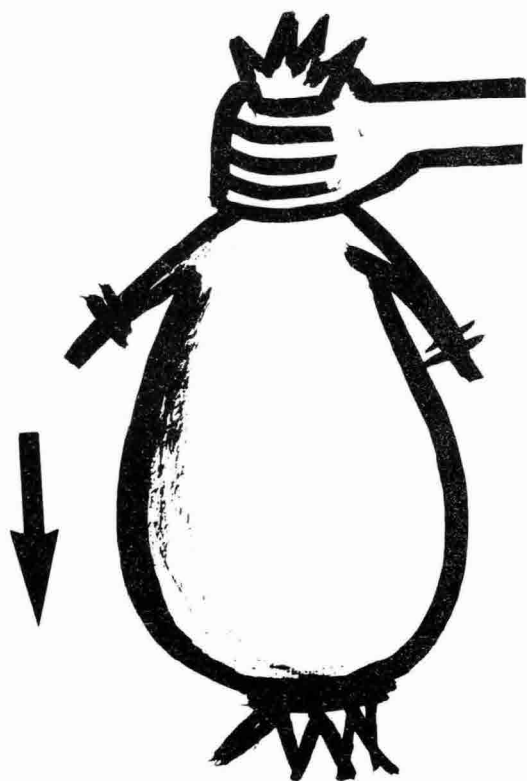


Fig. 140

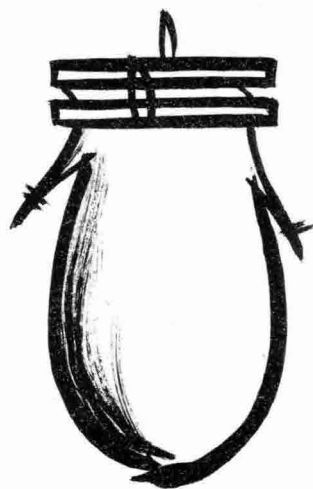


Fig. 142

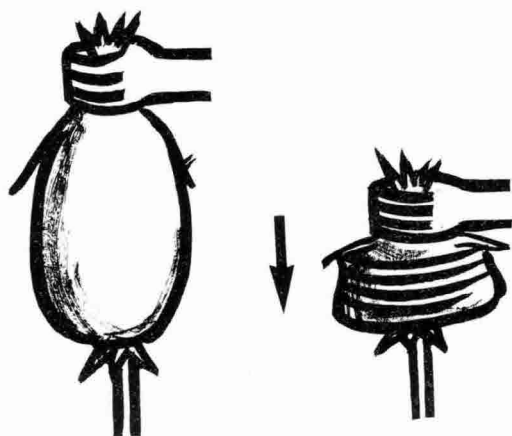


Fig. 141

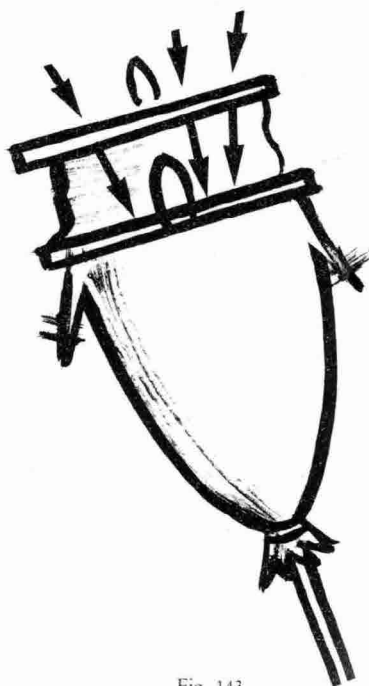


Fig. 143

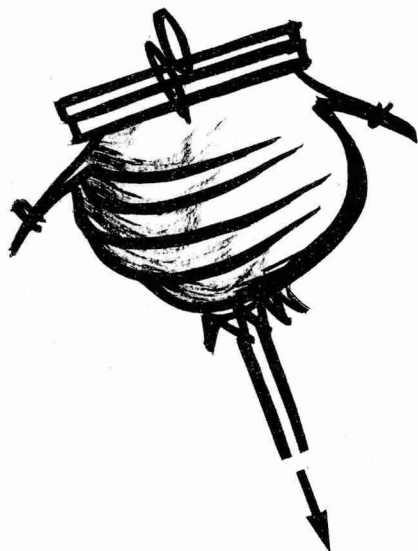


Fig. 144

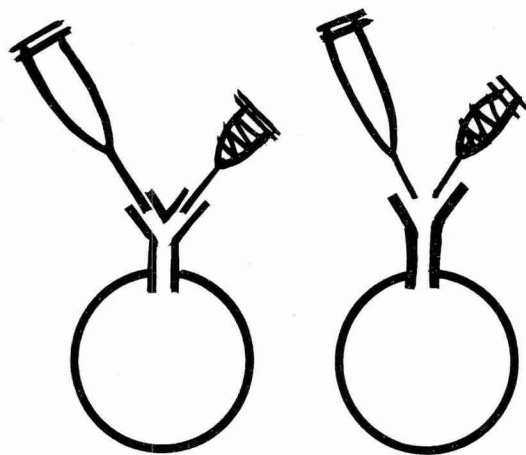


Fig. 146

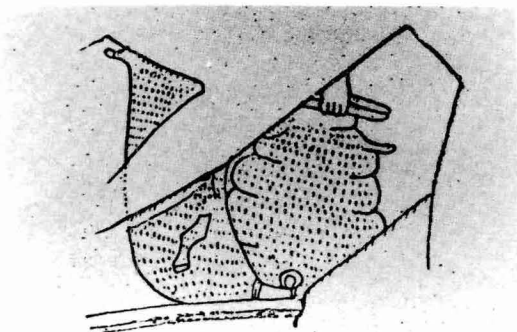


Fig. 147

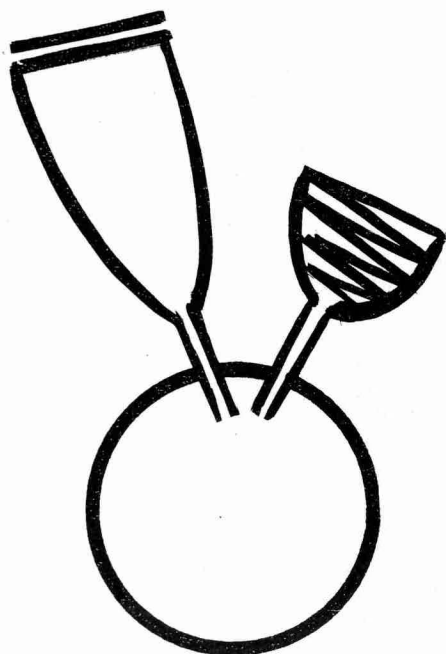


Fig. 145

Indonesia, secondo Akerman si affermò tardivamente in Africa diventando il mezzo soffiante nelle fucine dei Berberi delle Cabile ⁽¹⁰⁸⁾.

Apparentemente è mancata una documentazione cronologico-iconografico-visiva fino ai nostri giorni, ma basta osservare con attenzione il particolare di «Putti intenti ai mestieri» della casa dei Vettii a Pompei (Museo Nazionale. Napoli) (fig. 149), la «Stele del fabbro» di Aquileia (Museo Nazionale. Aquileia) (fig. 150), i graf-

⁽¹⁰⁸⁾ POTTIER R., *Chez les Tuareg*, in *Metaux et Civilisation*, Paris 1945.



Fig. 148

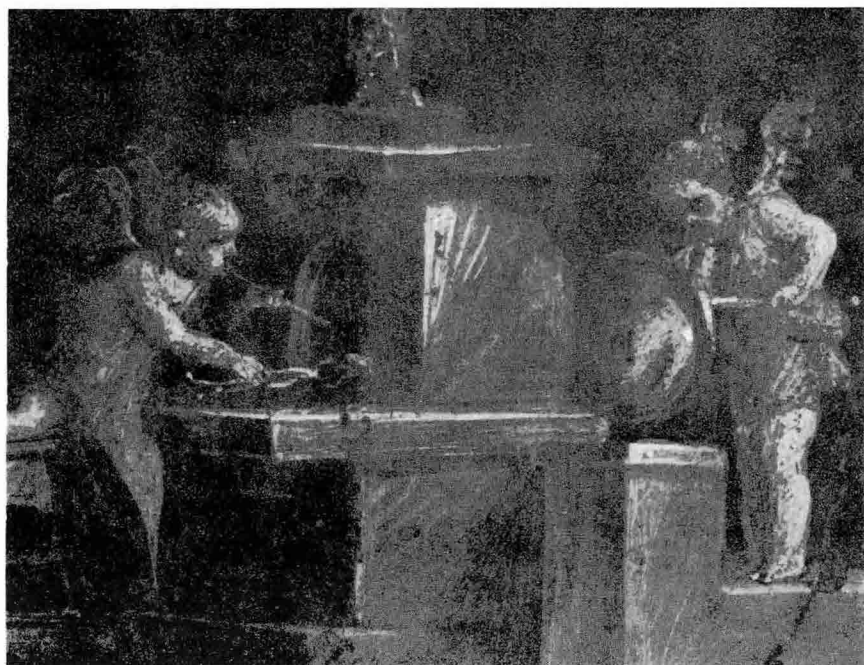


Fig. 149 - Pompei - Casa dei Vetti - Particolare di una parete con fregi di putti intenti alle principali arti e mestieri.

fiti della tomba di Domitilla (Museo Pio Clementino. Roma) ed il quadro di Pietro di Cosimo «Vulcano ed Eolo» (1462-1521. Ottawa. Galleria Nazionale) per scoprire in Italia la sua persistenza (fig. 151).

La chiusura dei due otri gemelli non era a tenuta stagna. Bisognava trovare un sistema di chiusura più sicuro. Un foro per favorire l'entrata dell'aria nel sacco, ma da chiudere con facilità.

Bastava sostituire in luogo delle asticelle una canna a diametro maggiore di quella di uscita od un disco di legno munito al centro dello stesso tipo di canna (figg. 152, 153).

Afferrando come impugnature le due canne, in modo che i due pollici potessero agevolmente tappare od aprire i fori stessi (fig. 154), le braccia avrebbero sollevato ed abbassato alternativamente i due sacchi.

Liberando il foro, in fase di sollevamento, l'aria avrebbe occupato il sacco. Chiudendolo in fase di schiacciamento, l'aria sarebbe uscita (fig. 155).

Sincronizzando alternativamente innalzamento, abbassamento, valvole, i due *mantici*

accoppiati (gemelli) avrebbero fornito un vento continuo d'aria (fig. 156).

Furono queste idee-proposte sperimentate che portarono gli Egizi a mettere in funzione i mantici evidenziati dalle immagini della tomba di Rehk-mi-re della XVIII dinastia a Tebe ⁽¹⁰⁹⁾ (fig. 157).

Le parti fisse dei 4 mantici semplici bloccati a terra, nelle immediate ed opposte adiacenze del forno aperto, non potevano essere che scatole in legno o cotto, come si può notare, solidali alle rispettive condotte confluenti in 4 boccolari.

Superiormente gli orli dei quattro contenitori rigidi erano collegati a dei soffietti in pelle adattati, per legatura, ai rispettivi coperchi di legno (fig. 158).

Gli addetti ai due doppi mantici, eretti sopra i 4 coperchi ortopedici, li sollevavano alternativamente tirando uno spago ed aprendo, per alzata di calcagno, le valvole.

⁽¹⁰⁹⁾ BLÜMNER H., vedi nota 46, IV p. 140, tav. II, fig. 5, 6 - Luschan v. Felix. Zeitschr. für Ethnol. Berlino 1909 - Neuburger A. vedi nota 45, p. 51, fig. 55.

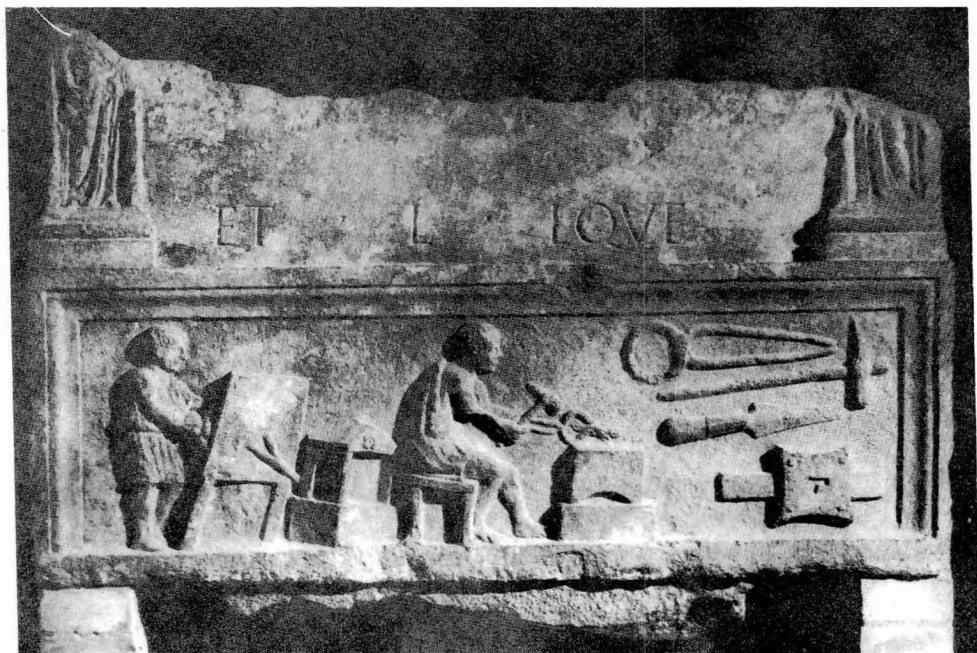


Fig. 150



Fig. 151 - Piero di Cosimo «Vulcano ed Eolo». Ottawa - Galleria Nazionale 155,6×1,66.

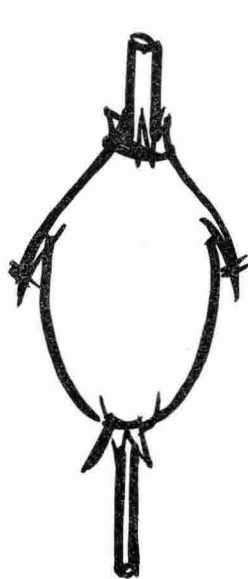


Fig. 152



Fig. 153

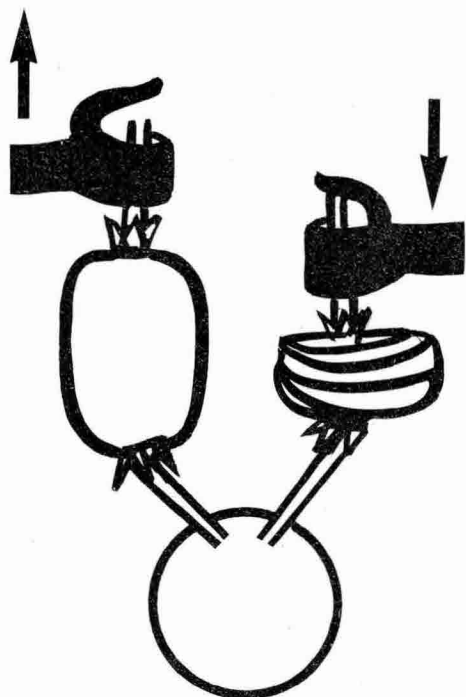


Fig. 154-155

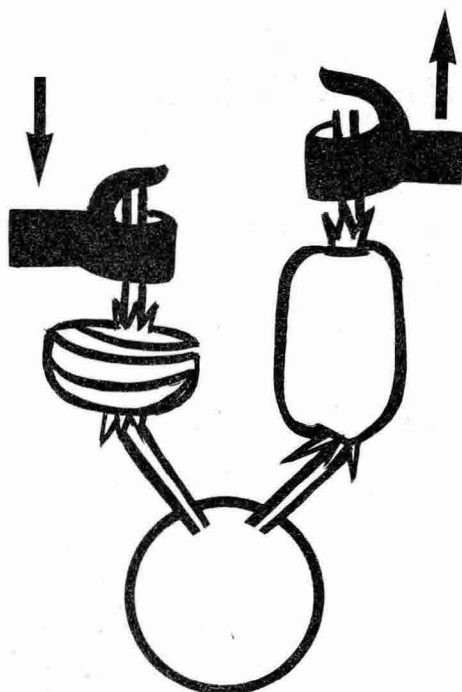


Fig. 156

Spingendo verso il basso ricoprivano le valvole iniettando aria nel catino del forno.

Mantici evidenziati in una conca di Susa I^a del IV millennio a.C. esistente presso il Museo del Louvre a Parigi ⁽¹¹⁰⁾ (fig. 159) trovano analogia nell'utilizzo con quelli dei fabbri della regione di Kissaka e dei WaNyanga.

Gli stessi scritti antichi segnalano la utilizzazione dei mantici.

Geremia avverte che:

«il mantice è bruciato, il piombo si perde, la fusione è inutile, poiché la scoria non è separata» ⁽¹¹¹⁾.

L'Iliade parla di mantici smontabili (dalla forgia) e della loro cura da parte di Efesto:

«Poscia lontano dal fuoco i mantici pose e gli arnesi del suo lavoro, e tutti li pose in un'arca d'argento» ⁽¹¹²⁾.

Guidato dall'oracolo dalla Pizia di Delfo, Licia raggiunge Tegea e:

«vedendo i due mantici del fabbro trovò che erano i venti, e l'incudine e il martello erano il colpo e contraccolpo, e il ferro lavorato il danno aggiunto al danno» ⁽¹¹³⁾.

Plinio li accomuna sicuramente ai forni fusori:

«si rende fluido tale minerale mediante un mantice e vi si aggiunge quindi un terzo in peso di bronzo vecchio» ⁽¹¹⁴⁾.

Plauto parla di «folles taurini» ⁽¹¹⁵⁾, Virgilio di «taurus follibus» ⁽¹¹⁶⁾ ed Orazio di «hircinis follibus» ⁽¹¹⁷⁾.

Così descrive Livingstone i mantici giungendo nel villaggio di Simariango:

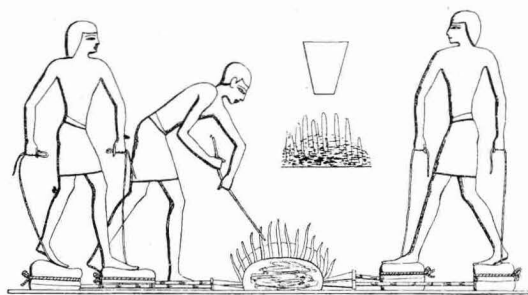


Fig. 157

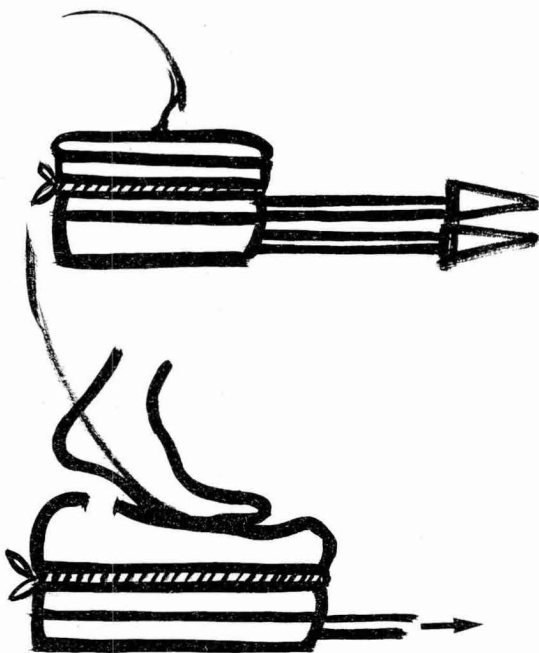


Fig. 158

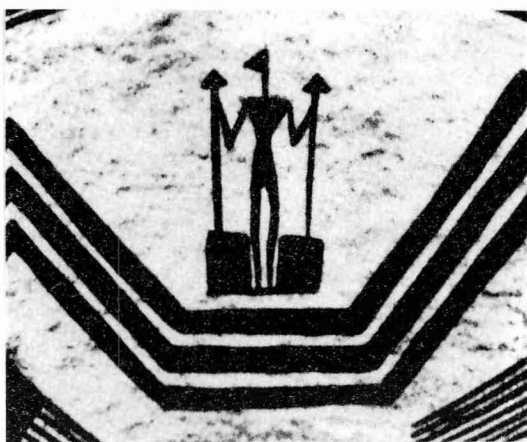


Fig. 159

⁽¹¹⁰⁾ AMIET P., *Elam*, fig. 80 Aunis sur Oise 1966.

⁽¹¹¹⁾ GEREMIA, 6.29.

⁽¹¹²⁾ OMERO, *Iliade* XVIII. v. 411-412.

⁽¹¹³⁾ ERODOTO, *Le storie*, I. 68, 4.

⁽¹¹⁴⁾ PLINIO H. N. XXXVI. 9.

⁽¹¹⁵⁾ PLAUTO, *Bacchidi*, frag. VIII. 10.

⁽¹¹⁶⁾ VIRGILIO, *Eneide*, 8. v. 449-450.

⁽¹¹⁷⁾ ORAZIO, *Satire*, I. 4.19.

«I mantici che quì impiegano i fabbri differiscono poco dai sacchi di pelle di capra che vediamo ordinariamente. Essi si compongono di due casse di legno a forma circolare e di piccola dimensione, la cui parte superiore è coperta di cuoio. Avrebbero l'apparenza di tamburi se la pelle, invece di essere tesa, non costituisse un vero sacco. Il mantice consta di due di questi tamburi: un tubo è applicato ad ognuna delle casse, e l'aria è spinta dalla pressione del cuoio che si fa manovrare a mezzo di un bastone posto nel mezzo del sacco» ⁽¹¹⁸⁾ (fig. 160).

La descrizione assume un diverso significato di utilizzo quando si incontra con gli Otis che usano mantici ad otre:

«Il suo garzone siede a terra fra due pelli di becco i cui colli sono uniti alle due estremità di due canne, le quali dall'altra parte si connettono ad un tubo principale che va sotto il fuoco.

Le pelli di becco al lato opposto al collo sono chiuse con pezzi di legno appiattito a foggia di bocca di sacco da viaggio.

Il garzone con le mani tiene chiusi questi due orifizi. Quando è tutto pronto, egli apre una mano larga e la solleva quanto permette la pelle, poi stringe fortemente la mano e spinge in giù tenendo l'altra mano spinta in giù. quando la prima mano è quasi scesa al fondo alza rapidamente l'altra per ripetere il processo».



Fig. 160

Il disegno dal vero realizzato da W. v. Harnier nel 1960 sul Nilo Superiore chiarisce la tipologia delle conche, la loro collocazione ed i rispettivi ugelli in rapporto al fuoco aperto ⁽¹¹⁹⁾ (fig. 161).

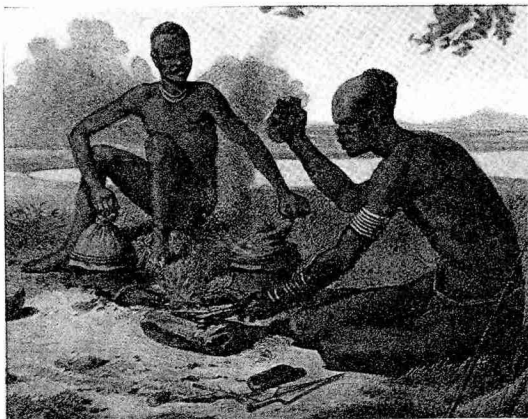


Fig. 161 - Hans Kraemer «Metall. und Menschheit».

L'uomo avvertì, attraverso lunghe e dirette esperienze, la necessità di legare i mantici ad una struttura portante in modo che i due ugelli convergessero secondo un angolo fisso che garantisse la miglior resa di vento.

La struttura dei mantici gemelli dei fabbri Soninke ricavati dalla connessione di due blocchi di cui uno di raccordo ne è chiaro esempio (fig. 162. Museo dell'uomo. Parigi).

Lo stesso schema-concetto è praticato dai fabbri WaNyanga del Congo nord-orientale ⁽¹²⁰⁾ (fig. 163), da quelli della regione di Kissaka nel Tanganika ⁽¹²⁰⁾ (fig. 164), e dai Fan del Congo Francese ⁽¹²¹⁾ (fig. 165).

Pur nella poco chiara illustrazione merita attenzione l'incisione di un mantice gemello

⁽¹¹⁸⁾ LIVINGSTONE D., *Dernier Journal du Docteur David Livingstone relatant... de 1866 a 1873, v. I* Paris 1876.

⁽¹¹⁹⁾ KRAMER H., *Metall und Menschheit*, v. V. Berlino-Lipsia (Non datato).

⁽¹²⁰⁾ GROTTANELLI V., vedi nota 96 v. II p. 584.

⁽¹²¹⁾ KAJ BIRKET-SMITH, *Le vie della civiltà*, p. 115 Firenze 1975.

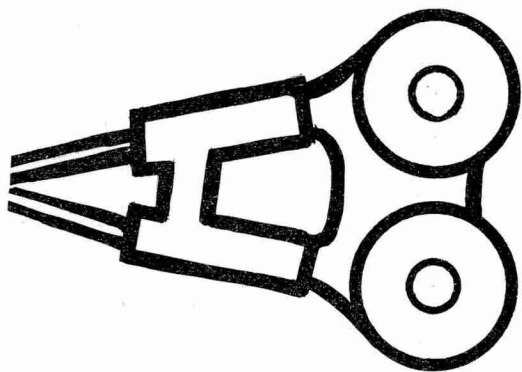


Fig. 162

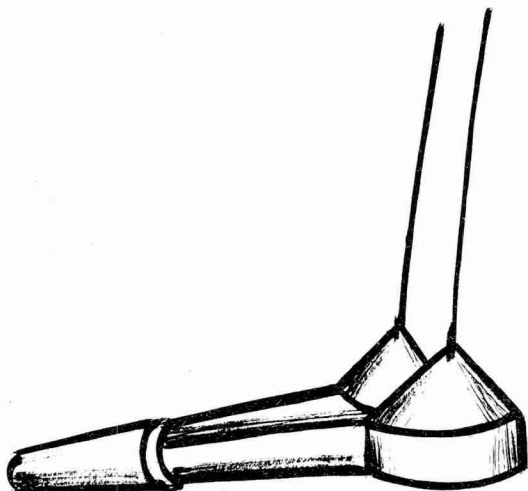


Fig. 164

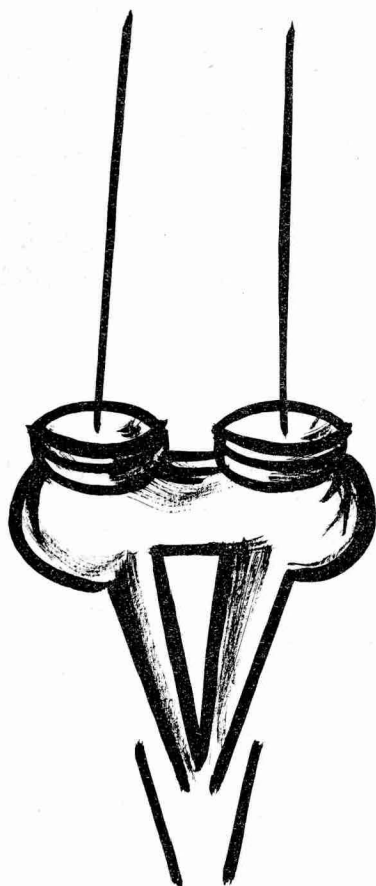


Fig. 163

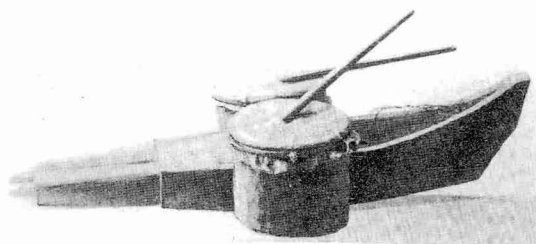


Fig. 165

congolese ricavato dal viaggio di Girolamo Merolla del 1692 ⁽¹²²⁾ (fig. 166).

L'angolo dei venti dei due mantici non è la *sola condizione necessaria* per il funzionamento del forno stesso.

Nella analisi delle molte fotografie rintracciamo quasi sempre un manufatto intermedio fra mantici ed il focolare-forno.

Un tubo in cotto, di materiale refrattario a V e ad Y sagomato in modo da raccogliere i due venti convogliandoli verso la camera di combu-

⁽¹²²⁾ MEROLLA GIROLAMO, *Breve e succinta relazione del viaggio nel regno di Congo nell'Africa meridionale fatto dal P. Girolamo Merolla da Sorrento*, Napoli per Francesco Mosso 1692.

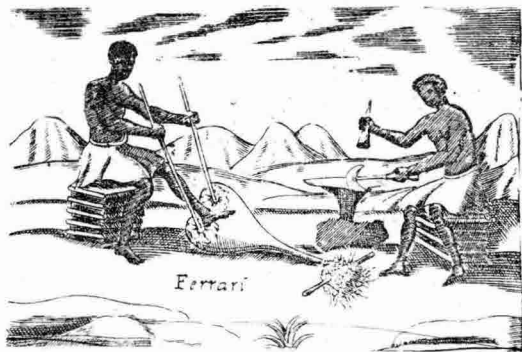


Fig. 166

stione: il tubo di raccordo che ad una estremità può essere sistemato e masticato con la struttura parietale del forno (fig. 167).

I fabbri della regione del lago Vittoria e del Tanganika lo utilizzarono (fig. 168), come i Simariango (fig. 169).

Tubi di raccordo che, per la loro struttura, trovano riscontri in preistoria e romanità.

Essi possono presentarsi in tre tipologie:

- 1) A forma di imbuto (fig. 170)
- 2) A forma di imbuto schiacciato (fig. 171)
- 3) A due bocche distinte convergenti in tubo (fig. 172)

Esistono bocche di invito con labbra più consistenti sulle quali possono fissare direttamente gli otri mediante legature (fig. 173).

Questi sistemi sono stati rintracciati a Banolas (Spagna) ⁽¹²³⁾.

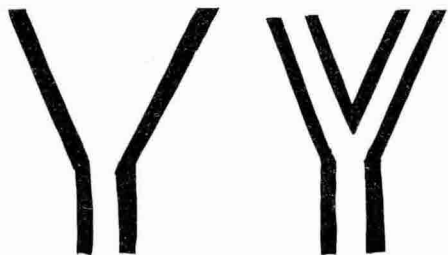


Fig. 167

Gli ugelli dei mantici gemelli non vennero bloccati nei tubi di raccordo, ma vi furono infilati in modo da lasciare uno spazio libero intorno agli stessi.

Era questa sistemazione che favoriva ancor più l'iniezione di un vento maggiorato nel forno. Infatti i due mantici, mettendo in circuito una corrente d'aria, risucchiavano, attraverso gli spazi liberi, l'aria esterna - ambiente arricchendo la quantità della prima (fig. 174).

Più potente la soffieria altrettanto proporzionale il risucchio di aria esterna.

È probabile che in preistoria si giocasse su codesta dinamica che si accosta, in ultima analisi, a quella della pompa idraulica da fucina.

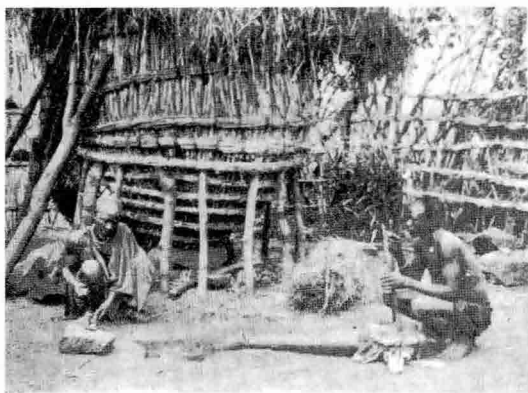


Fig. 168

A riconferma della necessità di un unico getto d'aria in un forno fusorio in Rinascimento la puntualizzazione di Biringuccio:

«Si mette un boccolare di rame che nel suo più largo pigli tutte e due le bocche de mantici stiano al pari acciochè per il bucco di questo boccolare rispondi dentro nella

⁽¹²³⁾ VILASECA AUGUERA, SERRA S.de C., BRULL CEDO J., *Excavaciones de plan nacional en el castellet de Banolas, de Tivisia*, in *Informes y Memorias* v. 20 p. 21-28 Madrid 1949 - Weisgerber G. Roden C. «Römische Schmiedezenen und ihre Gebläse» in *Der Anschnitt XXXVII*, p. 18, fig. 23, 24 Bochum 1985.

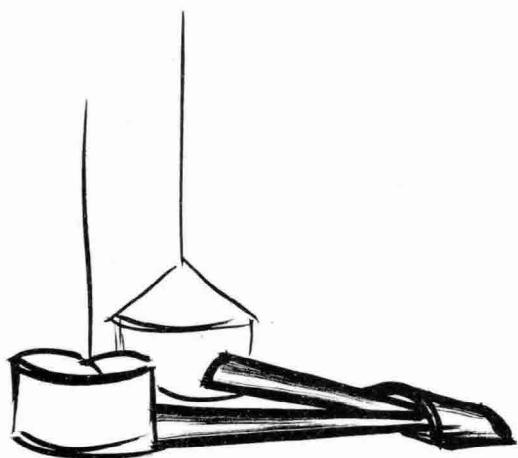


Fig. 169



Fig. 170

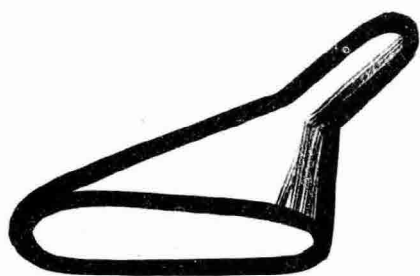


Fig. 171



Fig. 172

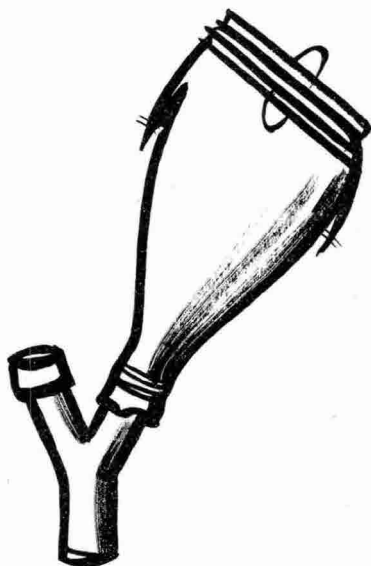


Fig. 173

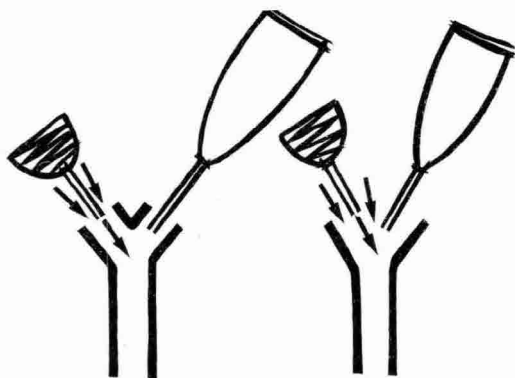


Fig. 174

manica sempre un sol vento continuato e non due» ⁽¹²⁴⁾.

Scritto che conferma a distanza di millenni la presenza in un forno fusorio con:

- 1) *Il boccolare a forma di imbuto*
- 2) *Le due bocche dei mantici infilate nell'imbuto*
- 3) *La condizione di un solo vento dentro forno.*

Posizioni di mantici in rapporto ai forni

Le piccole forge da fabbro per l'area africana chiariscono la posizione delle bocche dei mantici a livello fuoco-focolare come lo evidenzia la forgia della stele di Aquileia, di Pompei e delle catacombe di Domitilla.

Sono esclusivamente *forge*; cioè *focolari aperti per portare al color rosso il ferro, o per fondere entro crogiolo* (stagno, piombo, rame).

Ma il boccolare od i boccolari penetranti nel forno, cioè dentro un sistema chiuso devono essere sistemati in modo diverso.

Infatti non possono presentare il foro di uscita dentro il crogiolo del forno perché quest'ultimo è adibito solo al contenimento della metallina fusa che otturerebbe il foro impedendo l'azione del mantice, intasando definitivamente il boccolare all'atto del raffreddamento, con conseguente demolizione del sistema fusorio (fig. 175).

Il foro di uscita della tuyère dentro forno, potrebbe trovarsi sopra l'orlo del crogiolo, quasi a livello di rame fuso, ma l'azione del vento non sarebbe proficua per i processi impegnati di ossidazione (fig. 176).

È necessario che il foro del boccolare si trovi almeno ad una quota superiore al livello del crogiolo calcolando lo spessore del probabile scorione in modo che il vento possa agire sul materiale stratificato (carbone, minerale, carbone minerale) caricato in forno di prima fusione (fig. 177).

La posizione ideale del boccolare specialmente in un forno di seconda fusione sarebbe quella di sistamarlo sulla parete del forno, per

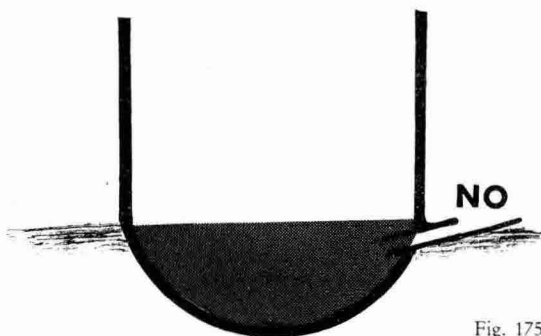


Fig. 175

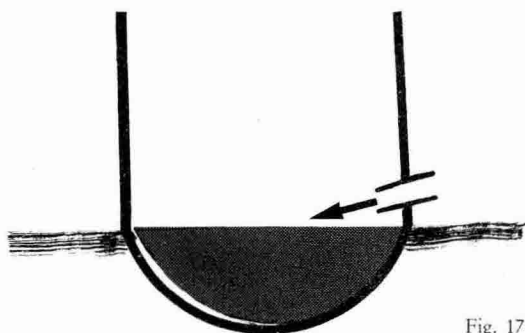


Fig. 176

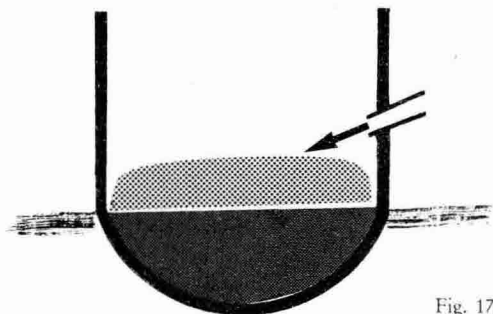


Fig. 177

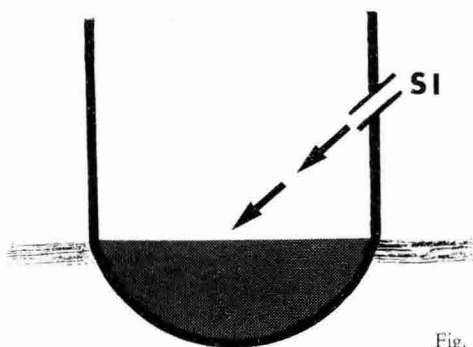


Fig. 178

⁽¹²⁴⁾ BIRINGUCCIO V. nota 89, lib. III, p. 187.

un crogiolo del diametro di 50 cm, a 25 cm sopra il livello di quest'ultimo con un angolo verso il basso di 45° (fig. 178).

Così la superficie del rame nero verrebbe ossigenata altamente garantendo il passaggio da rame-nero a rame-rosso.

Poiché dagli attuali scavi non è mai venuto alla luce un completo forno da rame Epoca Bronzo con tutte le varie strutture, si è costretti ad affidarsi a talune applicazioni tecnologiche che giungono dai paesi dove si opera ancora a livello arcaico e possono aiutarci a spiegare. Il messaggio è più da forni da ferro, ma mi sembra utile.

Solo il Camerun ha dato informazioni chiare sul rapporto mantici-altoforno presso i Mandara.

Infatti i due mantici gemelli si trovano, ben protetti sulla sommità del forno da blumi e spingono l'aria verso il basso attraverso un boccolare lunghissimo che affonda dentro il forno stesso ⁽¹²⁵⁾ (fig. 179).

Gli Himata razza Cirbi presentano un altoforno dove i mantici trovano collocazione di dietro ed alla sua base protetti da un muriccio ad arco con uno zoccolo in muratura entro cui sono strutturate le due tazze degli stessi convergenti, per condotta, verso un boccolare verticale entro forno (fig. 180) (Šebesta G. 1965).

Due posizioni diametralmente opposte ad uno stesso tipo di forno che possono far meditare sulle scelte individuali del fonditore.

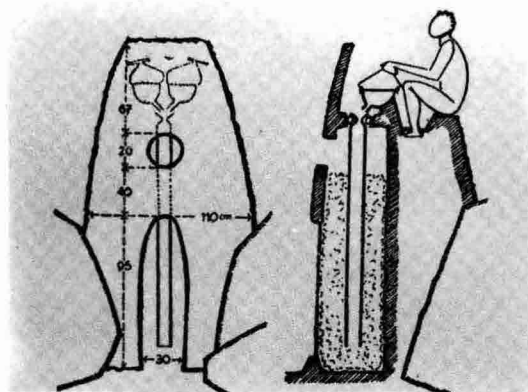


Fig. 179

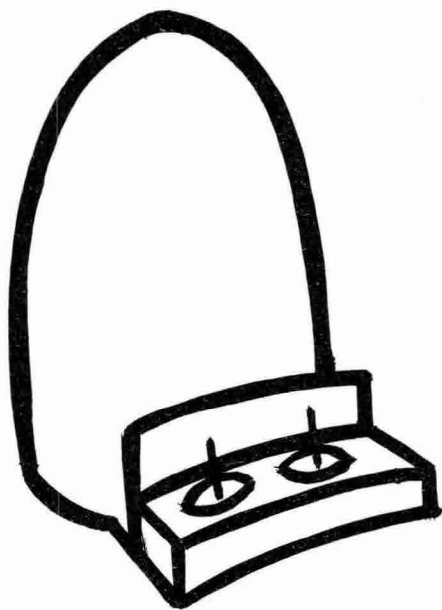


Fig. 180

Date le temperature più basse a cui erano sottoposti i minerali di rame per ottenere il metallo, in fase finale, rimangono dubbi ed aperte corrispondenti domande:

- 1) I forni fusori da rame operarono senza mantici?
- 2) I forni fusori da rame operarono con mantici?
- 3) I mantici durante l'intero processo fusorio lavorarono ininterrottamente?
- 4) I mantici lavorarono solo nella fase finale?
- 5) I forni a cupola ebbero bisogno di mantici?
- 6) I forni cilindrici ed aperti operarono senza mantici?
- 7) In caso positivo come furono alti?
- 8) I forni cilindrici ed aperti operarono con mantici?
- 9) In caso positivo come furono alti?

⁽¹²⁵⁾ GARDI R., *Mandara. Monti e popoli sconosciuti del Camerun*, p. 114, Milano 1957.

Arrostimento e roste

L'arrostimento del minerale fa parte del mito a tal punto che Lucrezio sostiene che la scoperta di alcuni metalli, fra cui il rame, avvenne:

«allor che il fuoco negli alti monti consumate avea le gran selve» ⁽¹²⁶⁾.

Mito o no furono certamente le osservazioni che spinsero l'uomo ad intuire che un arrostitimento organizzato di minerali poteva essere una premessa utile ad una successiva operazione fusoria di minerali ricchi di solfo.

Il minerale utilizzato in epoca Bronzo-Ferro in Europa, come ha sostenuto Pittioni, fu solo la calcopirite ⁽¹²⁷⁾.

Minerale trattato in sede storica da Wolfstrigl-Wolfskron attraverso le concessioni minerarie per il Trentino ⁽¹²⁸⁾, ricercato geologicamente e topograficamente dallo Srbik ⁽¹²⁹⁾, rilevato nei suoi affioramenti dallo stesso Preuschen in funzione degli scavi minerari-piazzole fusorie di Epoca Bronzo ⁽¹³⁰⁾.

La trasformazione di questo solfuro doppio di rame e ferro non era facile.



Operazione necessaria e prima era quella rivolta a togliere una buona parte dello zolfo sotto forma di anidride solforosa (SO_2); gas che si disperdeva facilmente nell'aria.

Tale processo si poté attuare *infuocando il minerale all'aperto*.

Forbes nel suo schema per minerali di rame a contenuto di zolfo ⁽¹³¹⁾ nella Tavola 1 alla lettera E «Smelting sulphide ores» precisa:

1. Roasting the ore (to remove bulk of sulphur).
= Arrostimento del minerale (per rimuovere una quantità di zolfo).

È presumibile che in Bronzo si accatastassero blocchi di calcopirite sopra un letto di legna, poiché non era indispensabile ottenere temperature elevate, e si alimentasse la torrefazione finché la cottura non si concludesse con due testimonianze pratiche:

- 1) La totale sparizione del colore intenso del fumo.

- 2) La cessata irritabilità coinvolgente olfatto, bronchi ed occhi dei fonditori.

Nell'area di Mitterberg Zschocke e Preuschen rintracciarono piazzole di arrostitimento di notevole entità dove tutto sembra ormai razionalizzato. Infatti l'accatastamento del minerale era stato messo in atto su piani a pianta rettangolare segnati da muretti. La tavola III della piazza di fusione n. 27 misura m 12,30 × 1,805 ⁽¹³²⁾ (fig. 181).

Una rosta così lunga, in stretto collegamento con due forni vicini, non poteva precisare se non una lunga campagna di scavo ed ammassamento del minerale per altrettanto lunghe operazioni alternate, fino ad esaurimento, di arrostitimento-fusione.

C'è da rimanere perplessi sulla proposta di studiosi sulla utilizzazione per arrostitimento di carbone di legna quando, fin quasi ai nostri giorni, si utilizzò soltanto legna. Plinio stesso precisò che in Gallia si arrostitì due volte il minerale ed accennò alla ripetizione di questo processo come fosse indispensabile per l'ottenimento di una buona qualità del metallo ⁽¹³³⁾.

Biringuccio ⁽¹³⁴⁾ nel libro III «Del modo di preparare li metalli avanti alle fusioni» chiarisce che dopo aver selezionato il minerale

⁽¹²⁶⁾ LUCREZIO, vedi nota 26, lib. V. v. 1240-1244.

⁽¹²⁷⁾ PITTIONI R., *Probleme und Aufgaben der urgeschichtlichen Bergbauforschung auf Kupfererz in der Alten Welt*, in *Anzeiger der Österreichischen Akademie der Wissenschaften* 87, p. 497-503 Wien 1950.

⁽¹²⁸⁾ MAX REICHSRITTER VON WOLFSTRIGL-WOLFSKRON v. M. *Die Tiroler Erzbergbaue 1301-1665*, Innsbruck 1903.

⁽¹²⁹⁾ SRBIK v. R., *Überblick des Bergbaues von Tirol und Vorarlberg in Vergangenheit und Gegenwart*, in *Bericht des naturwissenschaftlichen und medizinischen Vereines XLI*. Innsbruck 1929.

⁽¹³⁰⁾ PREUSCHEN E., *Bronzezeitlicher Kupfererzbergbau im Trentino*, in *Der Anschnitt* XX fasc. I, p. 3-15 Bochum 1968.

⁽¹³¹⁾ FORBES R. J., *Studies in Ancient Technology*, vol. IX, p. 31 Leiden 1972.

⁽¹³²⁾ ZSCHOCKE K., PREUSCHEN E., vedi nota 15, p. 77-92.

⁽¹³³⁾ PLINIO N. H. XXXIV 94-98.

⁽¹³⁴⁾ BIRINGUCCIO V., vedi nota 89 lib. III, p. 176, 177.

Schmelzplatz N°27 nächst dem Flecksberg-Viehscherm

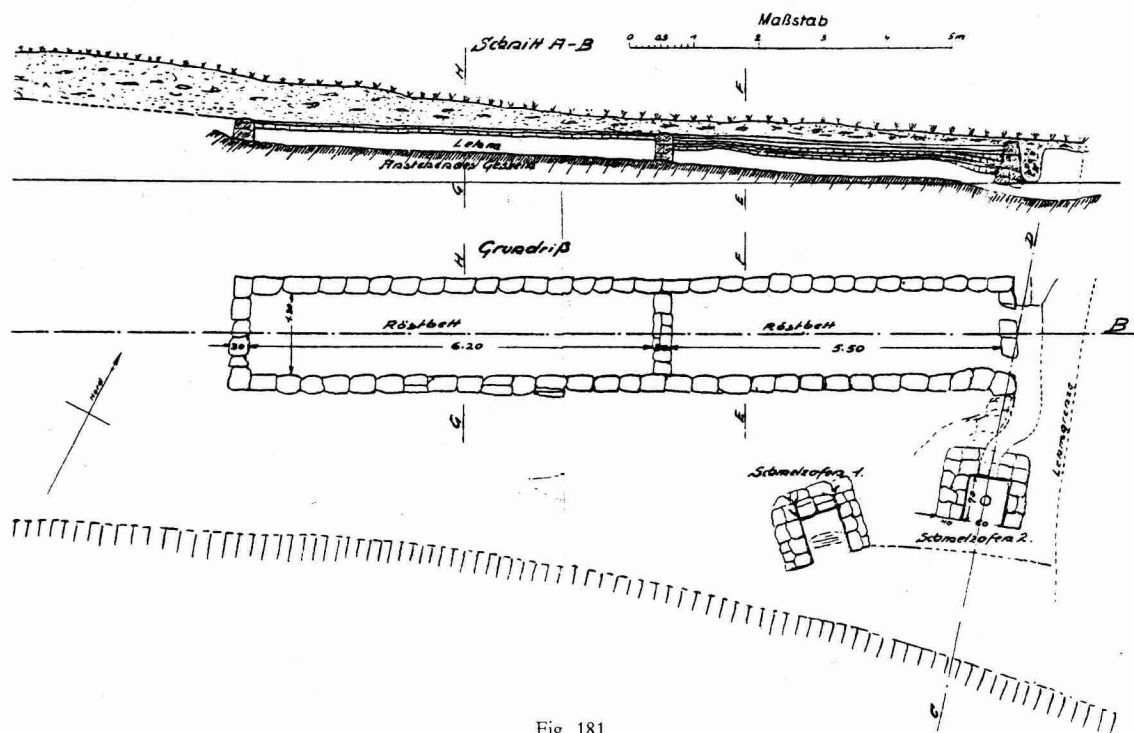


Fig. 181

«tristo dal buono» lo si attirava «hor con fuochi di legna, hor con quei di carboni... che s'abbrucia».

Puntualizza ancora:

«Et hor per venire alle particolarità pratiche, le miniere aride, e mal disposte prima a tutto han bisogno arrostandole in forno aperto, e evaporarle benissimo con legna e carbone».

Più oltre, pensando all'arsenico presente nel nostro Trentino, il suo messaggio merita attenzione:

«Son alcune miniere che ancorche si fondino hanno in lor certa compagnia con certa malignità che li porta via tutta la virtù che contengono, e in voce de maestri. Questa tal cosa è chiamata arsenico... Al che soccorano infuocandole, e

due, o tre volte spegnendole con acqua» (p. 179).

Non solo vengono in aiuto alla comprensione le significative tavole di Agricola dove il minerale in blocchi è trattenuto entro muriccioli funzionali ⁽¹³⁵⁾ (fig. 182, 183).

Le descrizioni non lasciano incertezze:

«Ma i piani fatti di pietra viva e fo-caia, o ver di cadmia o d'altre pietre partecipanti rame, s'abbruciano ne le fosse quadre, così da la parte dinanzi, come di sopra aperte, le quali fosse per lo più son lunghe dodici piedi, larghe otto, e alte tre».

⁽¹³⁵⁾ AGRICOLA G., vedi nota 13 lib. VII, p. 233, 234.

Per due cause s'abbrucciano le vene, cioè, o perché di dure diventin tenere e frangibili, e più facilmente si possan romper co' i martelli, e co' le palle, e cuocer poi, o vero a ciò le cose grasse s'abbrucino, com'è il zolfo, il bitume, l'orpimento, e la sandracca. Del zolfo spesse volte si truova le vene de metalli, e a quiei nuoce più che altra cosa, eccetto che a l'oro al ferro nuoce più che ad altro metallo, al piombo candido meno che al cinericcio, o al nero, o a l'argento o al rame...

Ma hora vengo ai modi de l'abbruciare:

Con la terra cavata si fa un'aia quadra molto ben grande e dinnanzi aperta: sopra la quale s'assestano insieme alcuni legni l'uno a canto a l'altro: e sopra questi legni, de altri legni attraverso si pongano parimente l'uno a canto a l'altro: il perche alcuni de nostri chiamano grata, questa composition de legni: e tanti legni in questa guisa si collocano l'un sopra l'altro che vengano a l'altezza d'uno, o due cubiti: A l'hora sopra tali legni ammontati si pongano i pezzi ben minuzzolati di qualunque sorte di vene. In prima si mettano i grossi, di poi i mezzani, e finalmente i più piccoli, e così questo ammontamento a poco a poco alzandosi, fa la forma di piramide. E perche ne anco la minutissima sabbia de stessa vena si vada a perdere, ella si bagna un poco con acqua, e con pale si pesta. Alcuni sono che mancandogli cotal sabbia, cuoprano di fuori questa piramide di pol-

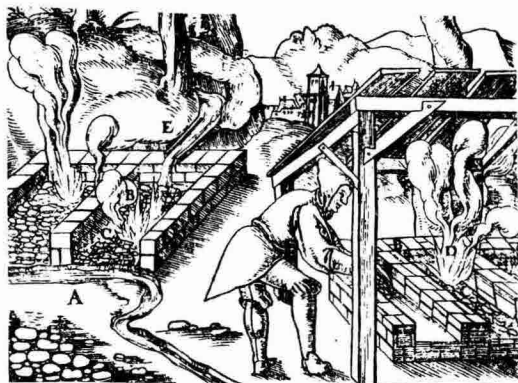


Fig. 182



Fig. 183

vere fatta di carboni, non altrimenti che i carboni.

Nel triangolo Fierozzo-Frassilongo-Roveda, facente parte dell'esperienza fusoria Epoca Bronzo, Pietro Simone Bartolomei in una sua lettera che illustrava il modo di operare delle fonderie settecentesche Bellati, segnalava che prima di introdurre la calcopirite nei forni fusori si arrostitava la stessa con carbone sotto un tetto sostenuto da quattro colonne che «per mensem plus minus, ardent sive suburrunt» e che «si cupri vena adhuc aliquid saxi parmixtum habeat» vi si aggiunga per ogni 5000 libbre 15 ceste di carbone. «Se vero ab omni materia munda sit, carbones non addidentur, sed pauci virgultorum fasces».

Precisa ancora:

«imo si vena ex cupro flavo spississimo integre constet, sive perfecte tota cuprea sit, omnia non suburtur. Ne eius pars igne inutiliter consumetur. Vena vero cocta esse dignoscitur tam in priori quam posteriori causa cum ea amplius non ardet» ⁽¹³⁶⁾.

⁽¹³⁶⁾ B.C. TN Annali Alberti 13 fogl. 106-108 - Epistola Simonis Petri Bartolamei (Antonio Roschmanno - de peculiari menstruo cupri Perginensis et de illius didactica. 1758. Pergine prid. (31 gennaio) Idus Februarii.

Queste informazioni, importantissime per la Valle dei Mòcheni, chiariscono alcuni punti:

- 1) Con misto bisognava arrostitire con carbone di legna 15 *ceste* ogni 5000 libbre.
- 2) Con sola calcopirite si poteva arrostitire con legna.
- 3) Con calcopirite ricca in rame non era necessario l'arrostitimento.
- 4) Il minerale arrostitito non ardeva più.

Trattando dell'arrostitimento lo Scopoli ⁽¹³⁷⁾ precisa:

«La somma di questi metalli fra se e collo Zolfo fa che la separazione del Rame da queste sostanze eterogenee sia così faticosa perché gli ignari della chimica non sanno che il Ferro e Rame si riducono nella I fusione, che ridotti vengono sciolti dallo Zolfo: che l'Arsenico si unisce strettamente con questi metalli, e che tutte queste sostanze esse coll'Antimonio costituiscono il Leco, ossia massa metallica che in italiano dicesi Metallina, dalla quale col l'aiuto dello zolfo devesi separare il Rame dal Ferro, dopo che la superflua quantità di questo Zolfo, insieme coll'Arsenico e coll'Antimonio siasi per la massima parte dissipata coll'arrostitimento».

Lo stesso autore conclude:

- 1) dalla miniera non sufficientemente torrefatta non si può con arte estrarre il rame puro
- 2) dalla miniera di Rame gialla, si estrae più facilmente il minerale perfetto che dalla cinerea e più facilmente ancora dalla calciforme
- 3) le miniere di Rame solfureo, o solfuree arsenicali debbonsi dagli stessi principi mineralizzanti perfettibilmente liberare, per ottenere Rame perfetto.

⁽¹³⁷⁾ SCOPOLI G., *Principi di Mineralogia*, p. 209 Venezia 1778.

⁽¹³⁸⁾ CORNIANI DEGLI ALGAROTTI M. A., *Dello stabilimento delle miniere e relative fabbriche nel distretto di Agordo*, p. 284-306 Venezia 1823.

A conferma della necessità di arrostitire la calcopirite, con ricchezza di dettagli, il lavoro di Corniani Algarotti valente studioso di metallurgia che seguì nel primo quarto dell'Ottocento il processo estrattivo-fusorio dei minerali di rame nell'Agordino ⁽¹³⁸⁾ lasciandoci una ricchezza di annotazioni pratiche che sono degne di estrema attenzione e possono offrire agganci con la stessa preistoria:

Arrostitimento «il primo scopo addiveniva quello di spogliare dello zolfo ogni pezzo della Pirite, la qual essendo un solfuro di ferro unito al rame, non si poteva ottenere questo se non se volatizzando prima con replicati processi di torrefazione lo zolfo mineralizzatore, e con ripetute fondite intieramente spogliandonelo» (p. 284).

Il letto artificiale era praticato su un terreno di m 5×8, scavandolo ad una data profondità. vi si mettevano alcune scorie liscivate una ed anche due volte:

p. 285 «sopra detto piano si collocava uno strato di legna in tritumi all'altezza di centimetri quattro, e ciò anche per impedire l'immediato contatto della pirite, che sopra vi si poneva con le terre minerali liscivate. Lunghezza i tre lati, giacché il quarto era parallelo a quello di un susseguente cumulo, si disponevano a muraglia a secco delle pietre calcarie all'altezza di circa (p. 286) cinque decimetri; ed in tutte le tre dimensioni si formavano sei spazj di pertugio, che si dicevano foghere, o focolari, i quali nell'innalzarsi del cumulo della pirite dovevano rimanere nella loro larghezza di decimetri sei, e circa quattro di altezza.

Queste foghere si coprivano con una tavola sostenuta da legne fesse, e mezzo riempite di carbone, e polvere di questo per accendervi il fuoco. La loro prolungazione in direzione verso il centro del cumulo della pirite era di circa un metro.

Nel centro poi della rosta, e perpendicolarmente alla suddetta linea di mezzo si faceva un foro verticale, ossia cammino,

o Canneggio, poichè era conformato di tavole l'una all'altra connesse della larghezza di circa due decimetri.

Sopra l'indicato strato di legna, e folari descritti, ed internamente alle muraglie a secco indicate, si disponeva dai Rostanti tutta la ricevuta Pirite nel seguente modo.

Sino all'altezza di decimetri 7 venivano (p. 287) senza veruna cernita, e diremo indistintamente alla rinfusa gettati i pezzi maggiori, indi i medj, e poscia i minuti per altri metri 1,1/10, in modo che il cumulo ridotto a contenere misure 1500 vedevasi innalzato ad un metro e decimetro otto circa, compresa l'altezza maggiore dei corsi, ch'erano paralleli alla linea del cammino verticale, o Canneggio, che riceveva il fuoco, e che avevano avuto la loro formazione, e la loro divisione sin dal principio dell'innalzamento dal piano della rosta.

Ciascuna rosta presentava la figura di una piramide quadrilatera troncata, i cui lati erano inclinati gradi 45 ricoperti, che fossero stati di Silico, che limitando la larghezza dei corsi, che si fanno per impedire la troppo violenta, e sollecita torrefazione della pirite, e per raccorre una pozione dello zolfo, veniva a superare l'altezza della superficie della rosta di circa 26 centimetri.

(p. 288) Quando il fuoco dei canali si è espanso in tutta la massa, si otturano le aperture, e si concentra possibilmente il calore.

Onde evitare possibilmente la diserzione dello zolfo, e fare, che il calore vie più si concentri, e più regolarmente agisca su tutta la massa, si cuopre il cumulo con terre liscivate tratte dal tino di cementazione e con minuzzoli della (p. 289) vena medesima; indi si appicca il fuoco alle legne preventivamente adagiate dentro alle sei aperture orizzontali, che si vedono nel fondo di ciascun cumulo. Nel breve giro di dieci in quindici ore tutte le legne si consumano, e la pirite continua ad ardere per quattro o cinque mesi.

In capo al primo mese la materia di cui

sono ricoperti i cumuli acquista una consistenza viscosa per essersi impossessata dei vapori solforosi svolti dalla pirite.

(p. 290) Due mesi dopo, che si è accesa la pirite si vede la superficie del mucchio una sostanza di tinta cinericia, di sapore acido bruciante, e di una consistenza mediocre, la cui figura corrisponde in certa guisa a quella di un balano.

Alla formazione di questa sostanza concorre porzione del vapore solforoso, che si leva dal minerale, la quale combinandosi all'ossigeno dell'aria, si costituisce acido solforico, e si deposita sopra le basi salificabili del cumulo, formando con esse dei soprassolfati».

Al di fuori del modo di preparare la rosta, della necessità di realizzare i camini ciò che interessa per la comprensione analogico-preistorica è il seguente passo:

«Incombe agli operaj, che precedono al buon esito dell'arrostitura di regolare il fuoco in maniera, che il calore debba essere lento, e moderato, e lo zolfo possa eliminarsi dalla pirite senza che questa abbia a soffrire un principio di vetrificazione».

Terminata la torrefazione si levavano i pezzi accatastandoli in piccoli mucchi e si affidavano a dei ragazzi di 10-12 anni il cui compito consisteva

nel scegliere la pirite meglio torrefatta, ed ispogiarla col martello da una crosta screpolata, e porosa che investe il tazzone, e che si forma durante l'arrostitura. La crosta separata che sia dal nucleo, si serba pel processo di cementazione, e la parte centrale si trasporta alle fucine per sottoporla alla prima fondita.

L'involucro, che ricopre il tazzone, è di un color rosso avvinato, e si lascia facilmente sgretolare dalle dita; esposto per alcun tempo all'aria, ne trae l'umidità, e manifesta un sapore vetriolico più gagliardo di quello che appalesava alla lingua allora, che viene tratto dal cumulo.

Il nucleo, ch'è tutt'ora piritoso, assume un colore azzurrognolo screziato, oppure

conserva la tinta naturale della vena, sebbene sia più rinforzata dal calore della torrefazione».

La considerazione finale sull'arrostimento della pirite merita nuovamente riflessione:

(p. 306) «Il fenomeno singolare è che mentre la pirite cruda non suole rendere, come si è detto, che del quattro al cinque per cento, il nocciolo, dopo la torrefazione, somministra un prodotto maggiore di due terzi, e la crosta al contrario si è molto impoverita».

Tutte le molte considerazioni presentano la torrefazione (calcinazione) come un pro-

cesso che richiede tempo ed uomini preparati per condurlo a termine.

Un processo già evoluto a Mitterberg per la presenza di tracce di roste imponenti a forma rettangolare che trovano analogie con le agordine.

Lo scritto di Corniani ci suggerisce anche per le roste di Epoca Bronzo la necessità di condotte orizzontali e di camini verticali per garantire il tiraggio delle stesse.

L'importanza di una particolare copertura sia per garantire un lento processo di combustione e nello stesso tempo come mezzo di assorbimento dell'anidride solforosa e dell'acido solforico, con conseguente arricchimento del tazzone.

Scelte per la messa a punto di un forno fusorio

Il luogo stesso per la messa in atto di un forno fusorio deve ottemperare a certi requisiti.

Lo Swedenborg ⁽¹³⁹⁾ trattando la costruzione di forni fusori settecenteschi accenna a scelte che si riscontrano pure in preistoria.

- 1) Dove si costruisce un forno si sceglie il luogo più asciutto.
- 2) Un luogo elevato è da preferire ad uno più basso ed un luogo formato di sabbia più di un altro tipo di terra: particolarmente si osserva che l'acqua non si può convogliare da un luogo più alto nel fondo di un forno per bagnare le pietre di base.
- 3) Il luogo ottimo e massimamente adatto alle fondamenta è ancora meglio delle scorie antiche o recenti.
- 4) Se, per ultimo, sopra un cumulo vecchio di fusioni vuoi costruire un forno, avrai un luogo asciuttissimo. Infatti tutta l'umidità è assorbita e allontanata dai residui.
- 5) Se casualmente la roccia od il monte sono presenti, e di sopra si debba costruire un forno, non si costruisca subito sulla stessa pietra dura, ma venga scavata per prima cosa una fossa nel monte, si formi una cavità nella quale vengono sistemate le pietre. Tutto ciò per eliminare l'umidità e far sì che l'acqua scorra e non raggiunga la prossimità del forno.

Preferenze analoghe ed utilizzazioni di massicciate, anche con l'uso di rosticci, si evidenziano nelle ricerche a livello Ultimo Bronzo a Roveda, Cambrocoi, Vignola, Cinquevalli, Reganel, Val dei Lombardi.

Un forno fusorio realizzato in preistoria con queste precauzioni non sarebbe «scoppiato»: tendenza cui accenna Pittioni ⁽¹⁴⁰⁾ per altre motivazioni.

La Vela stessa (Trento) ha messo in rilievo questa scelta oculata (fig. 184).

⁽¹³⁹⁾ SWEDENBORG E., *Regnum subterraneum sive minerale de ferro*, p. 4, 5, 7, Dresdae et Lipsiae 1734.

⁽¹⁴⁰⁾ PITTIONI R., *Der Schmelplatz n. 13 des Bergbaugbietes Jochberg bei Kitzbühel, Tirol*, p. 27, 28 (rapporto pietra-cotto perché il forno non si rompa) in *Archaeologia Austriaca Beheft 3 Archiv für ur-und frugeschichtliche Bergbauforschung* n. 12, Wien 1958.



Fig. 184

Crogiolo del forno

Dopo la scelta del luogo su cui alzare la muratura a sezione rotonda o quadra di un forno, ciò che più impegnava i metallurghi dell'Epoca Bronzo fu la messa in opera di un fondo funzionale «il crogiolo» che doveva possedere la forma di una conca profonda od accennata per raccogliere o riversare il minerale fuso.

Tutta una serie di valori convergono su dati medi abbastanza costanti 40-60 cm. Profondità 20-25 cm.

Il catino si ricavava logicamente nel terreno predisposto e drenato con dimensioni maggiorate in diametro e profondità (fig. 185).

Entro lo stesso si disponeva una massicciata di sassi minuti, spaccati al vivo, come si fece alla Vela.

Immorsati fino a metà da sabbia normale o di scorie, erano consolidati per la parte emergente da un impasto di argilla battuta e ribattuta (fig. 186).

La stratigrafia del forno di Cinquevalli (Ril. Šebesta G. - Dal Ri L., 1968) ha presentato la



Fig. 185

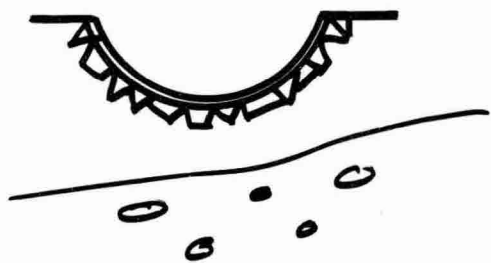


Fig. 186

stessa tipologia degli impasti di argilla, argilla-polvere di carbone sovrapposti come quelli messi in opera nel 1965 nel forno da magliaro di Vezzano ⁽¹⁴¹⁾.

È logico che il labbro periferico del catino fosse contenuto da una prima cintura di sassi atti a consolidare il crogiolo e «a dar vita alle fondamenta» per l'innalzamento delle future pareti del forno (fig. 187).

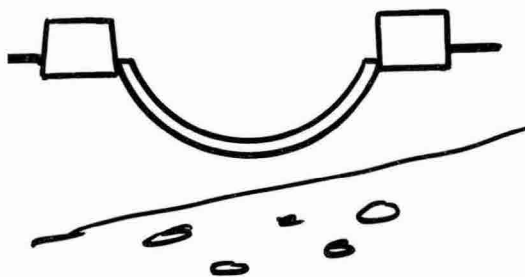


Fig. 187

La funzione del crogiolo era quella di raccogliere-contenere il minerale fuso e di sopportare, attraverso le coperture argilla-polvere di carbone stratificate, le elevate temperature impedendo la rottura del recipiente stesso ed eliminando così la possibilità della dispersione del fuso nel terreno.

⁽¹⁴¹⁾ ŠEBESTA G., *Tecnica fusoria di una metallurgia artigianale*, p. 97, fig. 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32 in *Economia Trentina* n. 1, Trento 1977.

Il crogiolo del forno, in Ultimo Bronzo, poteva presentare il suo labbro:

- A) *A livello di terreno* (fig. 188).
- B) *Sopra il livello del terreno* (fig. 189).

Inoltre, per la sua capacità poteva:

- C) *Contenere il minerale fuso*
Contenere le rispettive scorie (fig. 190).
- D) *Trattenere scorie parziali*
Permettere la fuoriuscita del minerale fuso (fig. 191).

Il crogiolo appena accennato, quasi a piano inclinato, permetteva:

- E) *Il flusso ininterrotto del minerale fuso*
La fuoriuscita ininterrotta delle scorie (fig. 192).

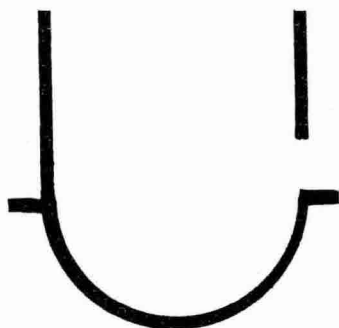


Fig. 188

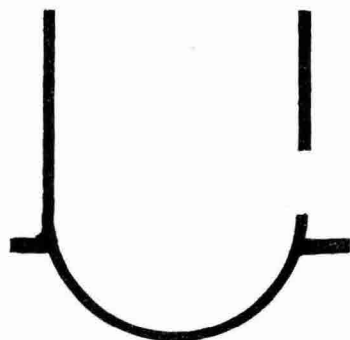


Fig. 189

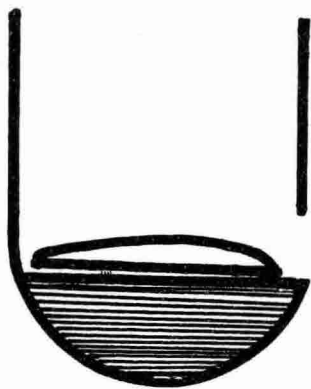


Fig. 190

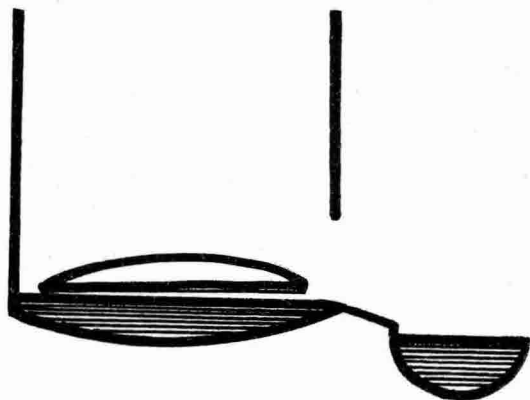


Fig. 191

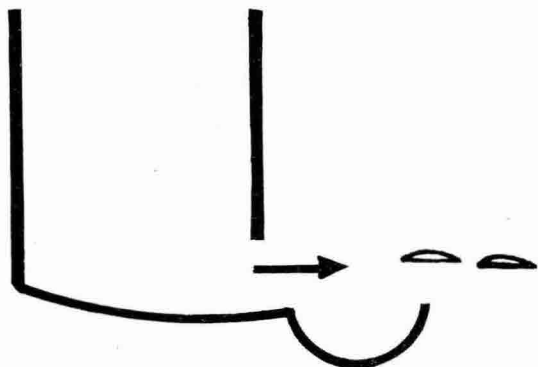


Fig. 192

Agricola ⁽¹⁴²⁾, nel secolo XVI, accennando alla messa a punto del crogiolo, precisa:

«Il medesimo servitore pigli un poco di polvere di carboni, e mettala ne la fossa (il crogiolo è stato ormai confezionato e strattificato), spargendovi sopra un poco di polvere di terra, e incontanente col vaso versivi de l'acqua, con granate spazzi per tutto la fossa, e con le stesse granate spingendo quest'acqua torbida sopra il focolare de la fornace, quello ancora spazzi. Fatto questo, metta ne la fornace la mescolata, e bagnata polvere... e con un pistellone mandato giù, pesti la detta polvere con quella maggior forza che può, a fin ch'ella s'attacchi bene sul piano focolar de la fornace, e che quel sia duro e sodo».

Le successioni delle operazioni spiegano chiaramente come si dovesse sistemare il fondo di un forno fusorio e collocare esternamente un catino destinato a raccogliere il minerale fuso e fuoriuscente.

Precisazioni che trovano riscontri in Pittioni ⁽¹⁴³⁾.

Bocca e pareti del forno

Tutte le soluzioni A, B, C, D, E, dipendevano logicamente da una bocca praticata sul davanti del forno ed a livello di crogiolo.

È dalla cintura di pietre che racchiudono il crogiolo che prende il via verso l'alto la costruzione delle pareti ed è per le stesse che Agricola ⁽¹⁴⁴⁾ avverte sulla scelta dei materiali:

«Ma alcune pietre vive si truovano che resiston al fuoco, e duron lungo tempo, e specialmente quelle che tenere sono, e senza venuzze, o rametti: a l'incontro le dure, che hanno molte venuzze scoppiano al fuo-

⁽¹⁴²⁾ AGRICOLA G., vedi nota 13. lib. IX, p. 308.

⁽¹⁴³⁾ PITTIONI R., vedi 2, p. 39, fig. 14.

⁽¹⁴⁴⁾ AGRICOLA G., vedi nota 13, lib. IX, p. 308.

co, per cio che le fornaci fatte di quelle facilmente dal fuoco son ruinate».

Parlando della bocca lo stesso autore insiste:

«Il primo muro si faccia di pietre cotte, e da la parte da basso abbia una bocca larga tre palmi, alta un piede e mezzo, quando che apparecchiato sia il focolare».

Una bocca rettangolare frontale ed in basso che trova un riscontro nello schema significativo proposto da Clemes Eibner ⁽¹⁴⁵⁾ (fig. 193).

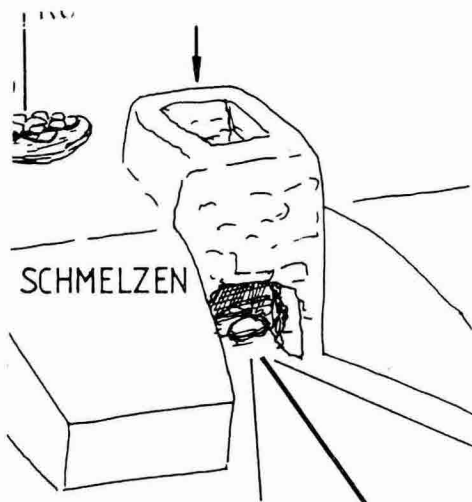


Fig. 193

Agricola ⁽¹⁴⁶⁾ suggerisce ancora:

«Il muro di dietro habbia una buca volta all'insu a l'altezza d'un gombito, prima che ordinato sia il focolare».

Spiegando che la «buca volta all'insu» sarà la sede della tuyers alimentata dai mantici conclude:

«Tutto il muro dinanzi non bisogna che sia più alto di cinque piedi, perché comodamente ne la fornace gittar si possa le vena, con quell'altre cose ch'il maestro ha bisogno per cuocerla, ma il muro di ciascun de lati sarà alto sei piedi, e quel di dietro sette, e grosso tre palmi.

Ciascuna fornace di dentro sia larga cinque palmi, e lunga sei, e un dito... La parte più alta di ciascuna fornace, alquanto più bisogna che si slarghi».

Una serie di elementi e di misure che, al di fuori dell'altezza, trovano analogie con i forni fusori dell'Ultimo Bronzo lungo l'Arco Alpino.

Basta osservare certe tavole di Agricola (fig. 194).

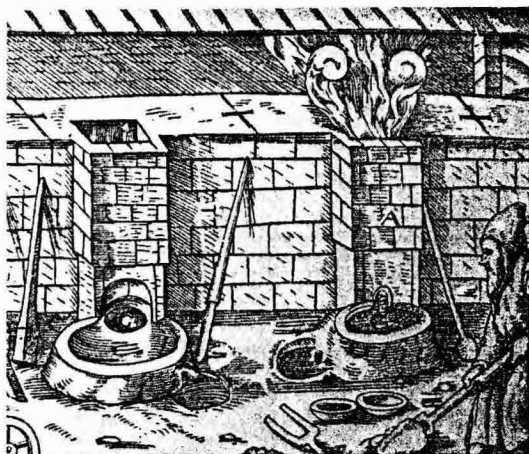


Fig. 194

Ma ancor più il dipinto di Hans Hesse ⁽¹⁴⁷⁾ del 1521 per concludere che la forma dei forni è a camino come quella trovata più volte da Preuschen. La bocca si trova davanti ed alla base come quella proposta da Eibner e che il minerale fuso è spillato davanti dove lo recupera il catino (fig. 195).

Elementi costruttivi importantissimi, che trovano corrispondenti analogie, escludendo le altezze, con i forni giunti a noi in Austria e Trentino dagli scavi archeologici.

⁽¹⁴⁵⁾ EIBNER C., *Kupferrerzbergbau in Österreichs Alpen*, p. 405 fig. 3 in *Prähistorische Archäologie in Südosteuropa zwischen 1600 und 1000 v. Chr.*, Berlin 1982.

⁽¹⁴⁶⁾ AGRICOLA G., vedi nota 13, lib. IX, p. 308.

⁽¹⁴⁷⁾ Chiesa di Sant'Anna. Dipinto dell'Altare dei Minatori. Annaberg (Sassonia).

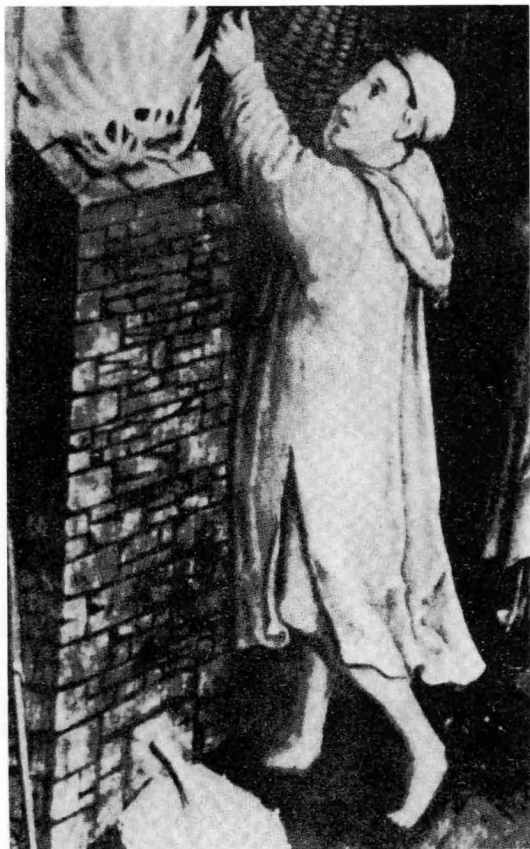


Fig. 195

Sembra quasi che il medioevo si sia trascinato dietro tutti gli elementi tecno-fusori di un'esperienza preistorico-romana, aumentando solo in altezza la capacità dei forni e la grandezza dei mantici per sfruttare maggiore quantità di minerale per una resa altrettanto maggiore di metallo.

Forni piccoli a camino, ma anche a cupola, quelli dell'Ultimo Bronzo, con bocca in basso per favorire il tiraggio e la spillatura e bocca superiore per realizzare la carica (fig. 196).

I forni di fusione del Bronzo medio-finale trovati a Fennberg (Cortaccia-Alto Adige) ⁽¹⁴⁸⁾ presentano le seguenti misure ⁽¹⁴⁹⁾:

FORNO I diam. 50x58 h. mass. 45 cm.
 FORNO II diam. 50x56 h. mass. 66 cm.
 FORNO III diam. 48x62 h. mass. 90 cm.
 FORNO IV diam. 40x56 h. 50 cm.



Fig. 196

Quattro forni accostati (fig. 197) destinati a chiarire l'attività di una autentica «piazza di fusione» con ciclo produttivo molto impegnato.

Forni il cui rapporto in altezza con quelli agricoli può essere espresso con questo diagramma (fig. 198).

Forni che per le loro dimensioni si accostano a quelli rinvenuti da Zschocke e Preuschen nella Schmeltplatz n. 27 presso Flecksberg-Viehschern ⁽¹⁵⁰⁾ dove l'interno presenta 60 cm di larghezza e lo spessore del muro 40 cm (fig. 199).

È opportuno riprendere il discorso analogico di Agricola, poiché le recenti scoperte archeologiche lo impongono.

Egli descrive le «stanze delle fornaci», in ultima analisi le «piazze di fusione» preistoriche, dove sono concentrati un certo numero di forni fusori fino ad un massimo di sei.

Questi forni sono allineati ed appoggiati di dietro ad un robustissimo muro destinato a sostenerli ⁽¹⁵¹⁾ fatto di:

«mattoni o di sassi, grosso due piedi ed altrettanti palmi, a fin che sia bastante a portar il peso, alto quindici piedi e lungo secondo le fornaci che s'hanno a fare.

⁽¹⁴⁸⁾ HAUSER L., *Die bronzezeitliche Kupferschmelzöfen in «Fennhals» über Kurtatsch* in *Der Schlern*, vol. 60, Heft 1/2, p. 80, 81, Bozen 1986.

⁽¹⁴⁹⁾ NOTHDURFTER J., *Ad. lit.*, 5 feb. 1988, Castel Tirolo, Merano.

⁽¹⁵⁰⁾ ZSCHOKE K. - PREUSCHEN E., *op. cit.*, tav. III.

⁽¹⁵¹⁾ AGRICOLA G., vedi nota 13, lib. IX.

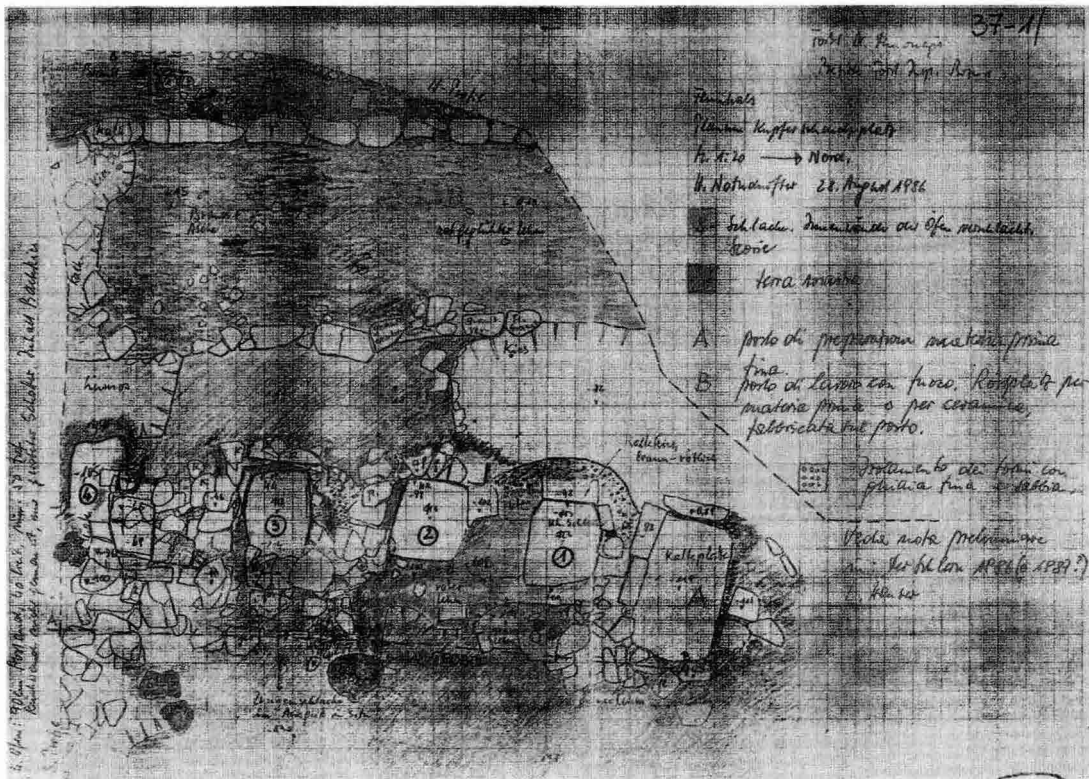


Fig. 197

Le tre mura di quelle di dietro, ch'è accanto al muro, e le altre due da lati, meglio è che si facciano di pietra viva che di cot-

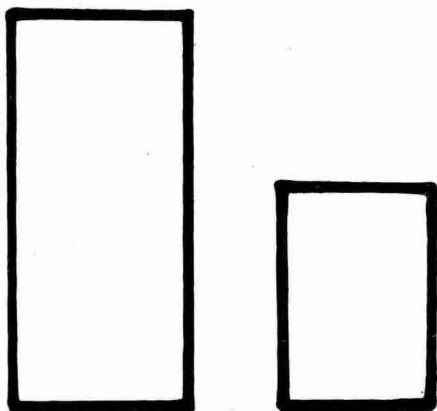


Fig. 198

te... Il primo muro si faccia di pietre cotte, e da la parte da basso habbia una bocca».

La stessa soluzione di un impianto di tre forni a ridosso di un unico muro (fig. 200) maestro è sostenuta da Löhneyss (152).

Soluzione tecnica che trova un chiarissimo riscontro sulla piazza fusoria dell'Ultimo Bronzo della Regnana dove un lungo muro si incorpora di ben tre forni (fig. 201).

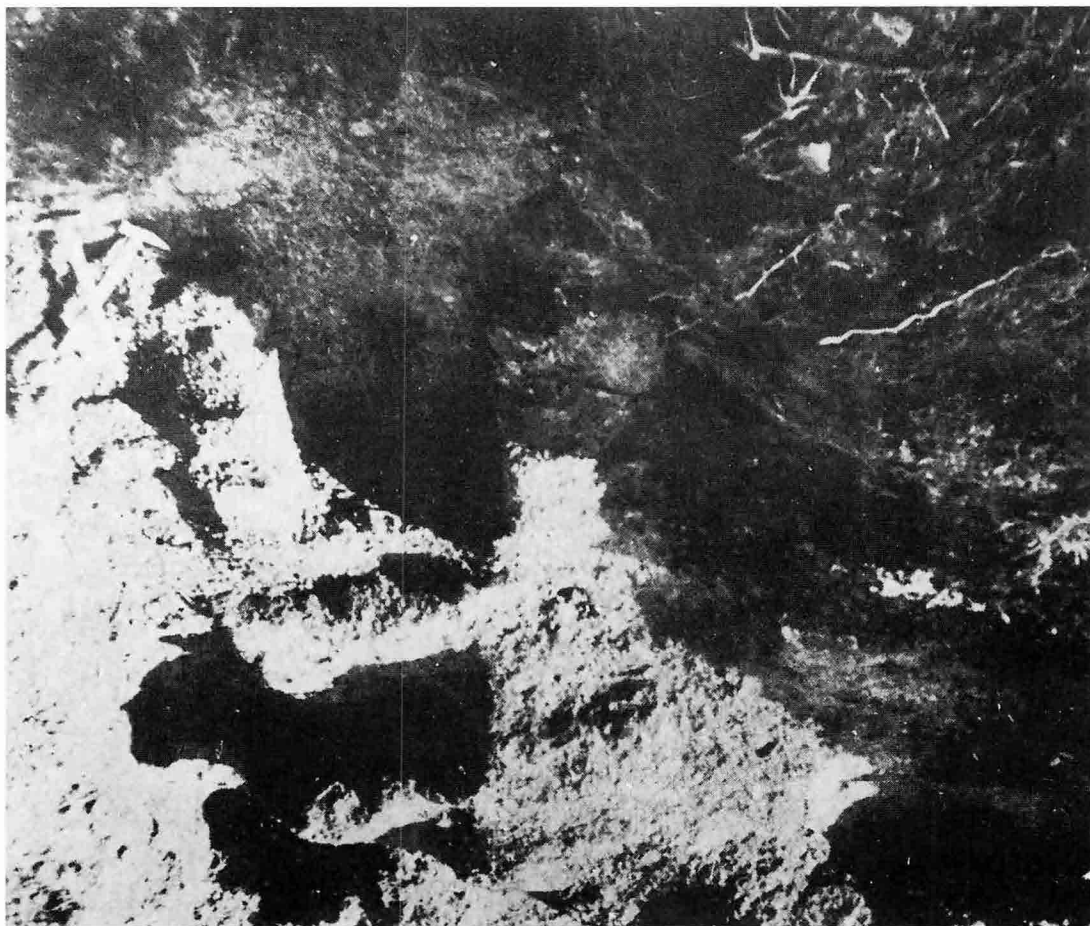
A tal punto stupisce l'analogia costruttiva da pensare il complesso legato ad una esperienza quattro-cinquecentesca sconsigliata però chia-

(152) LÖHNEYSS G. E., *Bericht vom Bergwerk*, p. 72, 73, 90, 91, 1650. NB La edizione del 1617 non porta il luogo di stampa. Quella del 1690 Lipsia.

Fig. 200



Fig. 199





(Foto Elena Munerati - Trento)

Fig. 201

ramente dalle ceramiche annesse legate al Bronzo Finale ⁽¹⁵³⁾.

Così si accumulano sempre più testimonianze di impianti plurimi che, scattati in preistoria, continuarono a vivere fin oltre il secolo XVI con gli stessi moduli costruttivi, ma non volumetrici.

Analisi del forno a cupola

Tutta una serie di elementi e di dati ricavati dallo scavo archeologico della «piazza di fusione» di Jochberg ha portato Pittioni ⁽¹⁵⁴⁾ alla proposta di un forno convalidato da Czedik-Eisenberg ⁽¹⁵⁵⁾.

Un piccolo forno a cupola, caricato con carbone di legna e minerale e sollecitato dalla naturale pressione del vento, dove era possibile realizzare due fasi di riduzione, affidando poi il terzo stadio «entro crogiolo» (fig. 202).

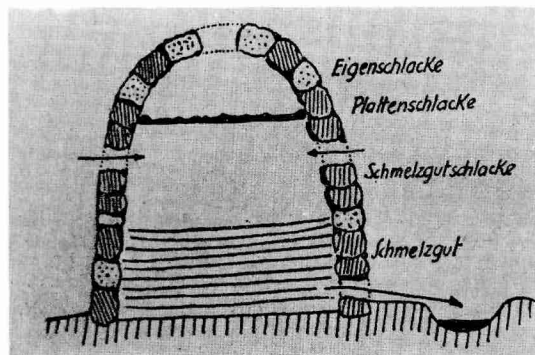


Fig. 202

In base alla probabile ricostruzione della «lamina di scoria», all'altezza del punto di formazione di quest'ultima (corrispondente a 30 cm), Pittioni propose un forno circolare, leggermente conico del diametro di 50 cm con un foro di entrata formato da una piccola bocca e un foro superiore di scarico per l'aria al centro della volta.

Questo tipico forno era predisposto per le due prime fusioni e rispondeva alle due fasi di fusione proposte dalla tavola di Witter ⁽¹⁵⁶⁾.

La terza fusione la pensò possibile con un secondo tipo di forno specializzato a crogioli ⁽¹⁵⁷⁾ (fig. 203).

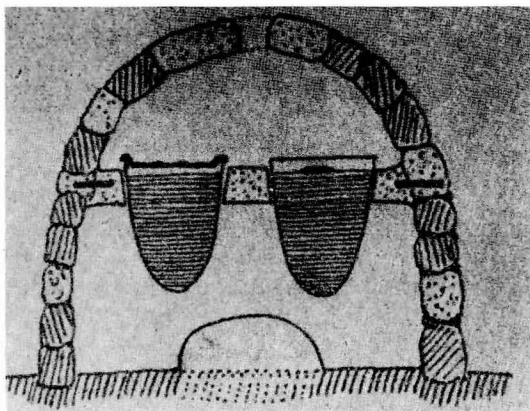


Fig. 203

Ma l'uso di quest'ultimo forno, per la tipologia delle scorie prodotte, chiarì la messa in atto di due sottofasi:

- 1) *La sottofase A*
- 2) *La sottofase B*

Nella A un piccolo crogiolo, da mettere e togliere dal forno, produceva una sola scoria a forma di disco dello stesso diametro della bocca del crogiolo.

Nella B la superficie del metallo grezzo rigettava soltanto delle piccole piastrelle simili ad una medaglia.

Questo forno trova analogia strutturale con i forni per ceramiche invetriate del quinto millennio a.C. riscontrati da Coghlan ⁽¹⁵⁸⁾ a Susa e

⁽¹⁵³⁾ Expertise PERINI R. Sondaggio iniziale al passo della Regnana; PERINI R. 27-10-1979 con scoperta del primo forno 1981. Messo in luce il secondo forno ed una porzione di argilla della piazzola. Protezione dello scavo. PERINI R. Riapertura campagna scavi. PERINI R. - WEISGERBER G. 1985. Campagna scavi 1986 PERINI R. - WEISGERBER G. Campagna scavi 1987 PERINI R. - WEISGERBER G.

⁽¹⁵⁴⁾ PITTIONI R., vedi nota 140, p. 39, fig. 14.

⁽¹⁵⁵⁾ CZEDIK-EISENBERG F., *Beiträge zur Metallurgie des Kupfer in der Urzeit*, fig. 17. Arch. A. Beheft 3, Wien 1958.

⁽¹⁵⁶⁾ WITTER W. - OTTO H., *Handbuch der ältesten vorgeschichtliche Metallurgie in Mitteleuropa*, Leipzig 1952.

⁽¹⁵⁷⁾ PITTIONI R., vedi nota 140, p. 39, fig. 15.

⁽¹⁵⁸⁾ COGHAN H. H., *Prehistoric Copper and some Experiments in Smelting*, in Trans. Newcomen Society. XX 1939/40. AITCHISON L., *A history of Metals*, p. 39, London 1960.

Tepe Gawra (4000 a.C.), dove si raggiunsero temperature fra i 1100-1200° (fig. 204).

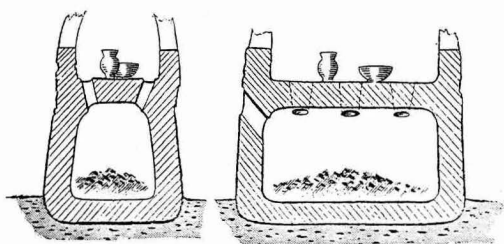


Fig. 204

Premessa ai processi fusori

I metallurghi contemporanei hanno cercato di spiegare, attenendosi ai processi moderni, come le operazioni di riduzione dei minerali allo stato di ossidi e carbonati si potessero realizzare con l'uso di un solo stadio fusorio.

Per la calcopirite invece, così diffusa in Austria e nel Trentino, era necessario articolare una successione alternata di arrostitimenti e fusioni.

Gli stessi chiarirono che ad un primo processo di arrostitimento seguiva un primo processo di fusione, poi un secondo di arrostitimento e fusione ed un terzo.

Ma non precisarono che queste fasi alterne facevano parte, nella esperienza pratica, di un quadro tecnologico scontato già nel secolo XVI.

Secondo Pittioni ⁽¹⁵⁹⁾ il minerale di rame sicuramente sfruttato nel Tirolo e Trentino in preistoria era la calcopirite, mettendo in chiaro, fin dal 1957, che i minerali di rame si differenziavano per una loro personale combinazione dei vari elementi che permettevano la individuazione di particolari filoni di pirite diversi gli uni dagli altri.

Impurezze caratteristiche per le Alpi Orientali chiarite dalla presenza di Ag, As, Ni, Pb, Sb, Zn, Bi, Co, Au, Hg.

Coghlan ⁽¹⁶⁰⁾ sosteneva che in condizioni normali Au, Ag, Sn, Pb e Bi passavano facilmente dal minerale nel rame come lo stesso Co in ambiente fortemente riducente.

Soltanto As ed Sb erano legati esclusivamente a rapporti fra operazioni di arrostitimento e fusione.

In ultima analisi le reazioni dei minerali con contenuto di zolfo venivano considerate complesse e le temperature dei forni dovevano raggiungere punte alte per consentire i vari processi fusori.

Coghlan, sulle osservazioni di Biek ⁽¹⁶¹⁾, sosteneva che un certo numero di elementi si trasferiva pure nel rame nero ed in quello raffinato a seconda del modo con cui venivano condotti i processi.

Per una presa di conoscenza è opportuno rivedere la tavola sintetica proposta da Witter ⁽¹⁶²⁾ che, attraverso i passaggi progressivi arrostitimenti-fusioni, chiarisce la trasformazione da calcopirite a rame.

Poiché le raffinerie di Mitterberg-Bischofs-hofen, del Tirolo, dell'Alto Adige, della Valle dei Mòcheni, della Valsugana, di Sella di Valsugana, del Primierotto, dell'Altopiano di Lavarone, Terragnolo-Vicentino, Alense lavorarono le calcopirite (associate a volte alle piriti) è opportuno porre attenzione a quella parte della tavola che tratta esclusivamente i minerali solforati ⁽¹⁶³⁾.

Arrostitimento del minerale

Il primo arrostitimento del minerale, come è stato spiegato, ha lo scopo di rimuovere una parte dello zolfo sotto forma di anidride solforosa.

Prima fusione

Nel trattamento di prima fusione penetrando ed agendo sulla «carica» il calore accentua la

⁽¹⁵⁹⁾ PITTIONI R., vedi nota 140, p. 39.

⁽¹⁶⁰⁾ COGHAN H. H., *Prehistorical working of Bronze and Arsenical copper*, in Sibiriun V., p. 145-152, 1960.

⁽¹⁶¹⁾ BIEK L., *The Examination of some Copper Ores*, in Man 1957, p. 84, London.

⁽¹⁶²⁾ WITTER W. - OTTO H., *Handbuch der ältesten vorge-schichtlichen Metallurgie in Mitteleuropa*, Leipzig 1956.

⁽¹⁶³⁾ FORBES R. J., *Studies in ancient technology*, p. 31, Leiden 1972.

reazione degli ossidi sviluppando ancora anidride solforosa.

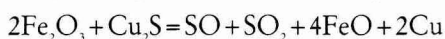
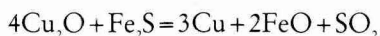
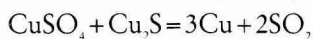
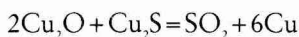
Il ferro, per la sua maggiore affinità verso l'ossigeno rispetto al rame, si ossida ed in gran parte viene assimilato dalla ganga fusa che si trasforma in scoria.

Il rame si concentra invece in una miscela di solfuro rameoso e ferroso: la metallina.

Quest'ultima, occupando gradualmente il fondo del forno (o il crogiolo del forno) non è miscibile con la scoria che, possedendo peso

specifico minore, galleggia sopra il minerale fuso.

Si scatenano le seguenti reazioni ed altre analoghe:



Quando il bagno si acquieta e le reazioni sono cessate si abbassa alquanto la temperatura del forno per far sí che le scorie si ispessiscano.

Quindi si estraggono dal forno meccanicamente (per strappo in preistoria, con uncini in medioevo).

Partendo da una calcopirite al 15% di rame, la metallina di prima fusione si arricchisce di rame presentando:

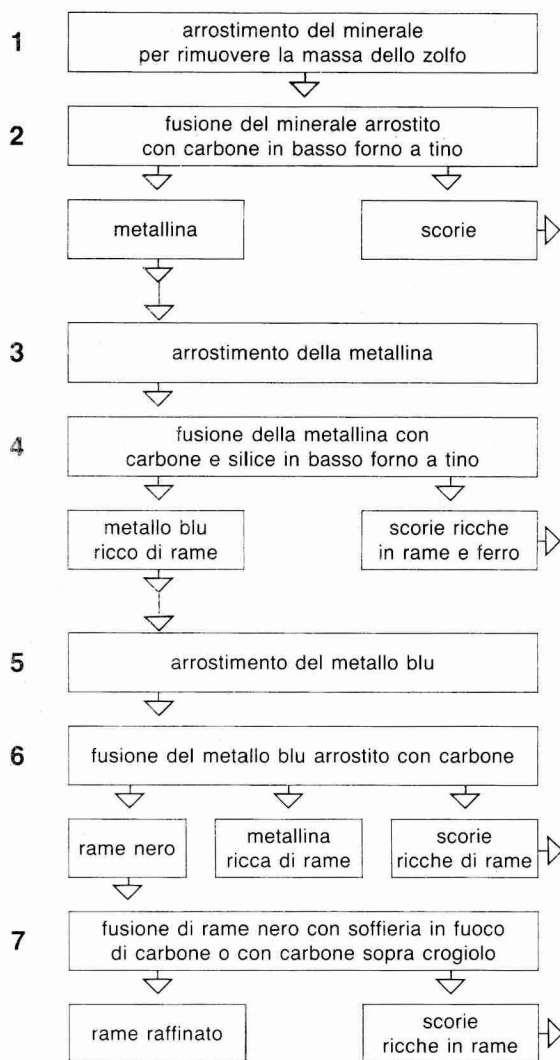
30-35% di rame

30-35% di ferro

30 % di zolfo

2- 3% di metalli ospiti fra cui As ed Sb come arseniuri ed antimoniuri.

Processi dei minerali di rame solforati



Arrostitimento della metallina

Si mette in atto in un forno da arrostitimento.

Si ossidano una gran parte dei metalli e specialmente il ferro.

Anche lo zolfo viene eliminato, coll'accorgimento però che ne rimanga una quantità fra il 40-50%.

All'inizio le temperature devono essere moderate per evitare la fusione, ma poi si elevano di quel tanto da ridurre i solfati di rame.

Una parte dell'arsenico ed antimonio vengono eliminati sotto forma di prodotti volatili ossidati.

Un'operazione di arrostitimento lunghissima che, spostata in Ultimo Bronzo, non poteva altro che innescare operazioni multiple ed impresse.

Durante questa fase si arricchisce di poco il rame, rimane impari il ferro, diminuisce il tenore di zolfo, si impone l'azione dell'ossigeno.

Seconda fusione

La metallina arrostita è fusa in un forno come il precedente. In seno alla massa, che dallo stato solido passa al fluido, il rame reagisce con il solfuro di rame, mentre il ferro ossidandosi passa nelle scorie.

I prodotti della fusione sono:

- 1) una metallina bianca (white metal, fine metal);
- 2) una scoria (metal slag) che si mette in circuito con la prima metallina.

Se la proporzione di minerale ossidato aggiunta nei processi moderni è troppo piccola si ha (come accadeva in preistoria) una metallina contenente ferro detta metallina blu (blue metal-kupferstein) che presenta un tenore del:

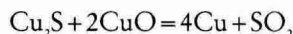
56% di rame
16% di ferro
23% di zolfo
+ elementi speciali.

Arrostimento della seconda metallina

È chiamato impropriamente arrostitimento ed è la somma di processi alternati di fusioni e raffreddamenti tendenti ad espellere, per quanto possibile, lo zolfo contenuto in quest'ultima metallina allo scopo di ottenere rame sufficientemente puro.

Si evita la fusione propriamente detta convogliando ossigeno per iniezione.

L'ossido di rame formatosi reagisce col solfuro di rame riducendosi con formazione di anidride solforosa che si evidenzia con il sobbollimento della massa.



I prodotti sono:

- 1) rame grezzo (blister copper) al 95% con piccole quantità di metalli estranei;
- 2) scorie risultanti dalla ossidazione dei metalli stranieri.

Affinamento e raffinamento del rame grezzo

Devono essere eliminate dal rame grezzo le ultime parti dei metalli «estranei» come Fe, Ni, As, Sb ed a volte Sn per utilizzare il prodotto finale per il commercio.

L'operazione è delicata e si completa in due fasi.

A) Prima si ossida una parte del rame grezzo e l'ossidulo che si forma diventa il veicolo ossidante che scorifica. Gli altri elementi cedono ossigeno.

B) L'eccesso di ossido di rame può diventare un fattore apparentemente negativo che però si elimina colla operazione di *raffinamento*.

In un forno a catino di colata accessibile si realizza una fusione non troppo rapida dove però è necessario un rimescolamento energico per mettere in contatto con l'ossigeno atmosferico tutte le particelle del bagno.

Si ricorre al «poling» introducendo nel bagno incandescente un tronco verde che deve rimanervi immerso.

L'acqua e le materie volatili che fuoriescono tumultuosamente dal legno portano in ebollizione il metallo agitandolo in ogni senso sottoponendo ininterrottamente la superficie mobile alla ossidazione.

Si possono aggiungere altri tronchi a seconda della necessità e si controlla il processo prelevando il metallo e valutando per piegamento la elasticità e la rottura.

Controllo applicato ancora oggi da alcuni vecchi magliari ⁽¹⁶⁴⁾.

La figura 205 è una rara documentazione (foto Šebesta G., Vezzano, fonderia Manzoni, 1963).

Sembra che l'ossido di rame, anche in eccesso, sia completamente incapace ad eliminare l'arsenico, elemento presente nelle calcopiriti della Valle dei Mòcheni, Valsugana e della vastissima area dominata da Cima d'Asta.

⁽¹⁶⁴⁾ ŠEBESTA G., *Tecnica fusoria di una metallurgia artigianale*, in *Economia Trentina* n. 1, p. 110, fig. 40, Trento 1977.

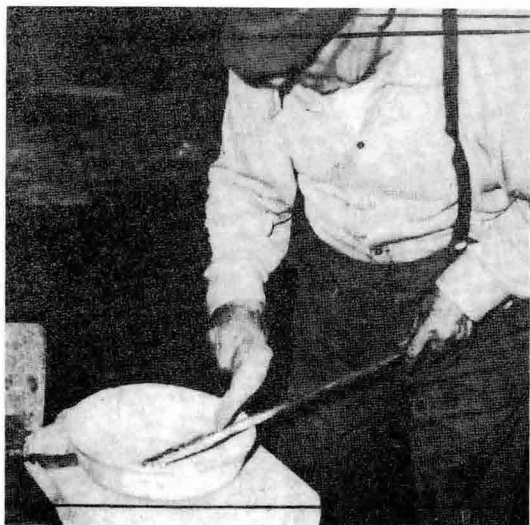


Fig. 205

Caricamento del forno

Qualsiasi forma e volume presentassero i forni dell'Arco Alpino in Epoca Bronzo il loro caricamento fu senza dubbio l'operazione più delicata ed è probabile che dal modo di stivare alternativamente il carbone ed il minerale dipendesse la resa finale e la qualità del metallo.

È sempre utile rileggere Agricola ⁽¹⁶⁵⁾ per scoprire messaggi indicativi.

«di semplice loto impiastri la bocca, l'uno e l'altro lato, e la parte di sopra di quella. In quella da basso ponga de loto mescolato con polvere de carboni, e con questo farà che il loto tirando a se la polvere del focolare, non la guasterà, ne la bocca de la fornace, àl'hora metta un diritto bastone tondo, lungo nove oncie mensurali, e grosso tre dita. Dipoi sopra il loto metta un carbon si lungo, e largo, che chiuda tutta la bocca. E se un sì gran carbone non si truovi, mettavene due.

Serrata che sia in tal guisa la bocca, metta dentro ne la fornace tanti carboni quanti possono stare in un corbel di larghe vimini

fatto. Et à fin che il carbone col quale è serrata la bocca de la fornace à l'hor non cachi, ei bisogna che il maestro lo tenga con la mano.

Piccoli siano i carboni che si mettan ne la fornace, perche i grandi ritengono il fiato de mantici che non possa andar per la bocca de la fornace nel catino, e scaldarlo.

Al'hora lo stesso maestro, impiastri di loto il carbone posto à la bocca de la fornace, e tirine fuori il bastone, e cosis'apparecchia la fornace.

Il servitor di nuovo metta dentro ne la fornace tanti carboni grandi, quanti che possono stare in quattro, o cinque corbelli, et empiala tutta di carboni: alcuni pochi eziandio ne metta nel catino, e gettivi sopra de gl'accesi, a ciò che si scaldi».

L'autore si sofferma a spiegare che quando il «maestro» si prepara a caricare il forno passa innanzitutto un carbone acceso attraverso la tuyère ed attiva i mantici accendendo il combustibile per circa mezzora finché il forno sia caldo e precisando:

«altrimenti senza dubbio creperiano (i forni), et il metallo ne riporterebbe danno».

Dopo questa operazione di *accensione* e di *preriscaldamento* è necessario che il fonditore

«ordinatamente metta dentro ne la fornace, primariamente tanto de pani fatti di pietra viva, e focaia, quanto che bisogna per cuocer la vena... quanto che star ne possa in due vassoi: di poi tanti carboni quanti possono star in un corbello di larghi vimini fatto... Piena che cosi sia la fornace de le dette cose, cuoca pian piano la vena».

Così l'autore conferma la necessità di un *caricamento alternato carbone-minerale* fissandone i quantitativi.

«Ma perche la natura de le vene che s'hanno a cuocer'è diversa, perciò i cocitori han di bisogno d'aver il focolar' hor alto,

⁽¹⁶⁵⁾ AGRICOLA G., vedi nota 13, lib. IX, p. 331-332.

hor basso, et una canna ne la quale i becu-
ci de mantici siano posti, che hor poco, et
hora assai pendente accomodata sia, e di dar
a la fornace il fiato de mantici hor leggero
et hor gagliardo. Perch'a le vene che tosto
si scaldano, e struggano, poco fuoco sa bi-
sogno, et una canna che poco pendente sia,
e di piccol fiato di mantici.

A l'incontro quelle che tardi si scaldano,
e liquefano, fa mestieri haver gran fuoco,
una canna che grandemente a pendio sia po-
sta, e di molto fiato di mantici. Ancor biso-
gna che i maestri cocitori per tal vene hab-
biano la fornace fortemente scaldata».

Tutta una serie di indicazioni-dettagli del
medico-metallurgo che, particolarmente nell'ul-
tima parte, dovevano essere state anche attuate
dai fonditori dell'Ultimo Bronzo, costretti ad
attenersi soltanto ai successi od insuccessi della
loro pratica quotidiana.

«apparecchiato che sia il focolare, & il ca-
tino, il bastone tirato indietro, si cava de la
fornace à cio la bocca stia aperta, per la quale
la disfatta materia di continuo corre nel ca-
tino, il qual bisogna che sia vicino à la for-
nace, à fin ch'esso più si scaldi, e la mistura
divenga più pura. E se la vena che s'ha à cuo-
cere non si disfa con agevolezza, ei non bi-
sogna far molto pendente il focolare, à fin
che gli aggiunti liquefatti non colino giù nel
catino prima che la vena sia cotta».

Precedenze alla tavola delle fasi (Witter)

È opportuno rivedere certi scritti passati per
trovare i logici spunti utili per entrare nell'otti-
ca degli arrostitimenti-fusioni alternati legati alla
calcopirite.

Ringrazio il dr. Reimo Lunz, direttore del Museo
Civico di Bolzano, che nel 1968 mi inviò da Marbur-
go il prezioso volume di Zchocke e Preuschen «*Das
Urzeitliche Bergbauegebiet Müllbach-Bischofshofen*». La let-
tura mi aiutò ancor più a comprendere la funzionali-
tà della ricerca di campagna.

Non da meno è il Bartolomei, parlando di
forni settecenteschi per rame operanti nella Valle
dei Mòcheni a Fierozzo ⁽¹⁶⁶⁾. Riferendosi alla
conca esterna (catino):

«quì rimane in una massa condensata ed
irrigidita di color nero che nel termine tec-
nico germanico si chiama - stam - che signi-
fica matrice».

Lo Scopoli ⁽¹⁶⁷⁾, che ben conobbe la valle
superiore del Fersina e si dedicò a lavori speci-
fici di mineralogia, entra in profondità spiegando
il processo di *prima fusione* della calcopirite nel
1778.

«La prima fusione dissipa qualche par-
te di Zolfo, di Arsenico e di Antimonio, ve-
trifica le terre, e quella porzione di Ferro,
che lo Zolfo scacciatone ha ridotto in calce
e congiunge le rimanenti sostanze in una
massa metallica, che si chiama Leco di Rame.

In questa operazione si deve avvertire.

- 1) Che le Minere abbiano ancora quella
quantità di Zolfo, che ricercasi per la per-
fetta soluzione del ferro ridotto.
- 2) Che se questo non vi fosse, allora è d'uo-
po aggiungervi della Pirite, la quale non so-
lo somministra lo Zolfo necessario, e scio-
glie le ferree concrezioni, ma impedisce an-
cora che il valore del Rame non si conservi
troppo nel Leco.
- 3) Che il Leco riesca puro da scorie, di su-
perficie non aspra, margine non troppo gros-
so, solido, a sottili cialde, e non spongioso.
- 4) Che qui è utile la pietra calcaria, special-
mente se il Rame è unito a delle terre re-
frattarie.
- 5) Che le miniere l'una con l'altra si correg-
gono, e che perciò utile è di mescolarle
insieme».

Parlando delle Tuyers fa una annotazione
che potrebbe essere assai importante per forni

⁽¹⁶⁶⁾ B. C. TN. Annali Alberti, ms. 13, fogl. 107,
vedi nota 136.

⁽¹⁶⁷⁾ SCOPOLI G., *Principi di mineralogia*, p. 213, 214,
Venezia 1778.

fusori preistorici incrementati da mantici. Il boccolare collocato in basso, dà Rame più copioso, ma più impuro. Collocato in alto ne dà meno, ma più puro.

Corniani degli Algarotti ⁽¹⁶⁸⁾, che studiò i processi agordini del rame e li presentò nel 1823, scrive:

«Scorrendo liquefatto il minerale nel primo superiore catino formasi in quello, secondo le specificate gravità delle materie fuse, una separazione. Le parti terrose, come le più leggere, vi galeggiano, e le metalliche vi si univano al fondo.

Ciò premesso, era cura dei Capi Smelzeri d'invigilare, acciò fosse estratto il primo foglio superficiale che al contatto dell'aria si coagulava, e ciò colle solite leve, o forchette, le quali prima di essere adoperate, avvertire dovevano, che fossero riscaldate, onde allontanare quegli effetti, che nascer potevano da un improvviso scoppio.

Levato il primo, altro succedente foglio, o strato veniva a conformarsi, e così di mano in mano doveva essere sollevato con ogni maggior avvertenza.

Tali pezzi, della circolare configurazione del catino, e che si formavano delle materie eterogenee dicevansi *loppe*, ch'esaminare dovevano se fossero ben vetrificate, e di un grigio colore chiaro; giacchè se oscure, il che dinotava una loro troppa tenacità, erano obbligati ad accrescere il fondente, ed egualmente diminuirlo in proporzione di quanto osservavano all'uopo.

Siccome talune di queste rotondate piastre, specialmente agli orli della loro periferia, contenevano qualche indizio di rame, ed anche altre appalesavano nella generale massa di ritenerne, così obbligati erano a separarle ad oggetto di assoggettarle di una nuova fondita. Ed avvertire dovevano di non lasciarle ingrossare, e quindi erano solleciti, appena coagulate di estrarle dal catino.

Siccome successivamente tali *loppe* venivano sino al loro compimento a galleggiare, come ho indicato; e di sotto eravi nello stato di loro fusione concentrata la me-

tallina, che dicevasi «*Ston grosso*», così dovevano levare il soffio al forno.

Indi spogliata la superficie del catino da tutta la rimanente *loppa*, facevano passare la metallina nel catino inferiore, aprendo col ferro detto *sticco* la comunicazione o foro tra ambedue i catini con avvertenza però di aver prima bene riscaldato quest'ultimo, onde allontanare qualche fatale pericolo di esplosione. Passato tutto lo *ston*, o metallina nell'accennato catino, che dalla voce tedesca dicesi da qué fonditori *rondo*, otturavano il foro di comunicazione, dopo aver sollevato a fogli, o strati rotondi tutta la metallina, ed ogni frammento raccoltone, dovevano batter bene il letto artificiale esterno, acciò non potesse successivamente precipitarsi nel catino inferiore della nuova *loppa*».

Una descrizione completa, dettagliata per chiarire la *prima fusione* dei minerali solforati di rame.

La prima fusione non produceva chiaramente rame.

Arrostimento della metallina

Lo Scopoli ⁽¹⁶⁹⁾ continua:

«Terminata la prima fusione si deve arrostitire il Leco (metallina) e ciò:

- 1) A poco a poco, più volte, e fino a tanto che possa utilmente rifondersi; locchè si conosce allora quando
- 2) In questa operazione dà due o tre pani metallici; guardandosi frattanto che
- 3) Il Rame smoderatamente non si abbruci.

⁽¹⁶⁸⁾ CORNIANI DEGLI ALGAROTTI M. A., *Dello stabilimento delle miniere e delle relative fabbriche nel distretto di Agordo*, p. 336, Venezia 1823.

⁽¹⁶⁹⁾ SCOPOLI G., *Principi di mineralogia*, p. 215, 216, Venezia 1778.

4) Di non impiegarvi un fuoco più forte del dovere, o che non ne rimanga qualche parte cruda: perciò

5) Quello che fu meno arrostito, si rompe in piccoli pezzi, mettendoli nel mezzo di un altro cumulo da arrostarsi

6) Alcuni sogliono, dopo il quarto o quinto arrostitimento, sperimentare con cinque o sei Centinaia, se dia Rame nella fusione, o se abbisogni di altri arrostitimenti.

L'autore a questo punto fa una annotazione praticissima.

«Il Rame che non si manifesta nei progressivi arrostitimenti si manifesta con visibili pallottoline e quando esse ed altre massette si notano dovunque sparse allora si trova nello stato adatto ad essere fuso per ottenere il rame nero.

Continuando:

7) Che il Leco più povero esige un fuoco più gagliardo che quello ricco.

8) Il Rame calciforme puro non abbisogna di questa fusione, ma con esso, misto al Leco arrostito, si separa il Rame negro.

Corniani ⁽¹⁷⁰⁾ ribadisce chiarendo:

«Si allestivano i piani per le roste conformandovi uno strato di brasca la più fina di carbone all'altezza di circa tre centimetri e sopra tali letti veniva collocata la metà della metallina destinata.

Indi vi si catastavano due strati semplici di legne fesse, e poi vi si gettava a ricoprirle del carbone. Ciò fattosi, in allora vi si riversava, e si distribuiva l'altra metà della metallina. Accesasi la rosta si lasciava per lo più torrefarsi cinque, o sei giorni...

Allorchè la massa indicava di retrocedere al suo raffreddamento, (il sovrastante) faceva allestire un nuovo letto; e nel disfarla del tutto per novellamente catastarla, era di sua attenzione il far sì, che fossero levati tutti li stoni superficiali, poichè dovevano essere posti nel centro del nuovo cumulo, e viceversa quelli del centro della disfatta rosta posti venivano a conformare la superficie della nuova, onde una compensazione ciascun

pezzo potesse ottenere nella duplicata torrefazione per quegli stoni poi, i quali fossero rimasti un pò crudi triplicamente si torrefacevano».

L'autore precisava poi che le stesse metalline sottili dovevano essere arrostate, ma che si doveva utilizzare più carbone perché «minore era lo zolfo aggregato» a loro.

La torrefazione durava minor tempo e concludeva:

«i pezzi si convertono in una massa concrezionata di color bruno lucente, nei cui vani si scorgono sovente laminette di rame metallico».

Seconda fusione

Lo Scopoli ⁽¹⁷¹⁾ così apre il capitolo CCLXIV:

«La fusione seconda separa ancora maggiormente il Rame dal Ferro, dall'Arsenico, dallo Zolfo, dall'Antimonio, affinchè la terza fusione dia Rame puro e perfetto.

Bene perciò arrostito che sia il Leco, si fonde nel medesimo forno, ma adattato col focolare interno più ristretto, e così se n'ottiene il primo *Rame negro, o rozzo*; il Leco poi, che proviene da questa fusione, chiamasi parimenti primo. Questo si arrostitisce di nuovo lentamente con tre fuochi ed allora, liquefatto, da il secondo Leco, da torrefarsi ancora con otto, o nove fuochi.

Esso poi si riduce colla fusione in Rame rozzo, un centinaio del quale dà novanta libbre di Rame puro».

Rame nero

Dalla prima torrefazione, dalla prima fusione e dalle successive torrefazioni non si otteneva

⁽¹⁷⁰⁾ CORNIANI DEGLI ALGAROTTI M. A., *Dello stabilimento delle miniere e delle relative fabbriche nel distretto di Agordo*, p. 340-341, Venezia 1823.

⁽¹⁷¹⁾ SCOPOLI G., *Principi di mineralogia*, p. 216, Venezia 1778.

ancora il rame. Perciò si univano tutte le metalline grosse, fini ed altri materiali e si passava alla *seconda fusione*.

«Il metodo di riscaldare questo forno non era punto dissimile da quello per la fondita cruda; soltanto il naso si osservava che si facesse più oscuro. Non si conformava catino inferiore, giacchè il *rame nero si raccoglieva tutto di sotto la metallina fina*, che si radunava nel catino superiore.

Empiutosi questo di ston sottile, o metallina, come ho indicato, e di rame, dovevano i Capi Smelzeri farvi levare il soffio».

Di mano in mano che andava coagulandosi la superficie della materia fusa si estrae-
va, colle avvertenze accennate, ciascun foglio dello ston sottile, del quale secondo la maggior perfezione della materia torrefatta se ne ottenevano i fogli, e di sotto a questi il *rame nero* (fig. 206).

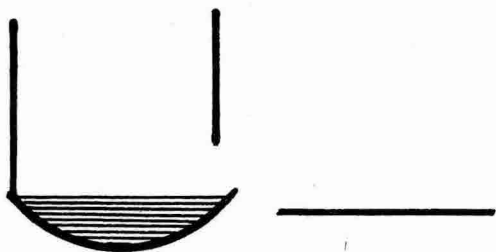


Fig. 206

La metallina in fogli sottili era messa da parte per una nuova torrefazione sopra il solo carbone che si ripeteva anche cinque sei volte (stomi rifiuti).

Il rame, appena liberato dalla metallina, si lasciava riposare finché la sua superficie si rassodasse da offrire una resistenza ad un ferro caldo che la toccasse. Poi la parte rassodata si levava per strappo, mediante bacchette ed uncini con la precauzione che i fogli pesanti scorressero su un rullo di legno sul quale i fonditori appoggiavano le loro leve e forchette. Il foglio recuperato, ancora rovente, veniva prima spezzato con mazze di ferro perché era troppo pesante e poi accatastato a pezzi.

Questa operazione, gettata della nuova acqua nel catino, veniva ripetuta finché lo si era completamente svuotato di questo rame chiamato anche *rame impuro*.

Il diametro di questi fogli andava decrescendo a misura che, calando il contenuto, diminuiva il diametro del catino (fig. 207).

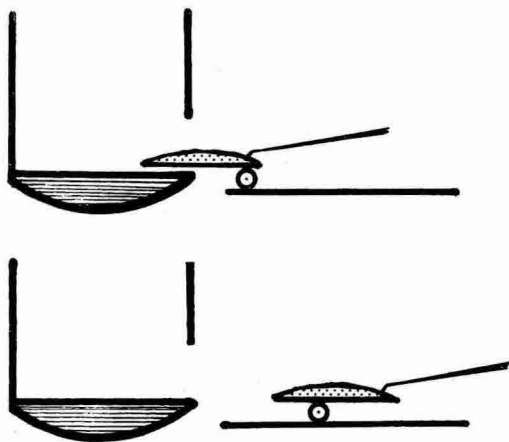


Fig. 207

Le metalline apparivano al loro raffreddamento in sottili masse concrezionate che, percosse dal martello, davano un suono metallico, poiché spoglie dello zolfo e del ferro contenevano ormai un'alta percentuale di rame ⁽¹⁷²⁾.

Raffinazione del rame nero

Lo Scopoli ⁽¹⁷³⁾ parla ora della «terza liquefazione», ossia fusione purificatoria:

«dà il Rame malleabile, e puro da ogni infezione solfurea, o metallica.

Questa depurazione si fa nei forni col mezzo del Piombo, o del Ferro, oppure sopra *focolari aperti, dentro catini ivi preparati*,

⁽¹⁷²⁾ CORNIANI DEGLI ALGAROTTI M. A., vedi nota 170, p. 411, 412, 413.

⁽¹⁷³⁾ Lo stesso Schluter nel suo trattato *Gründliche Unterricht von Hütte-Werken*, l.c.c. 117. par. I. Braunschweig 1738 ne precisa il fatto.

col mezzo del fuoco eccitato da gagliardo vento, ne' quali tutte le sostanze eterogenee si vetrificano, e passano in scoria.

Il Rame rozzo primo, e secondo, avanti di raffinarlo, si arrostitisce per sei ore nel medesimo forno con legni accesi, ma senza il soffio dei Mantici, co' quali animato poi il fuoco si fonde, e si purifica... Le scorie poi che nella prima, seconda, e terza volta, se ne sono levate... daranno delle *cialde* o *pani di rame* da fondersi in altro tempo.

Corniani ⁽¹⁷⁴⁾ nel capitolo «Del forno di raffinazione del rame impuro, detto Nero» aggiunge altri particolari utili:

«Il picciolo forno di raffinazione presentava un vaso rettangolare chiuso da tre pareti e senza fioravante che racchiudevano un *rund*, ossia catino, il cui diametro era di 0,70". La sua profondità di 0,25"5" ⁽¹⁷⁵⁾.

La canna del soffio aveva una inclinazione di gradi 14 minuti 20. Il rame nero veniva trasportato a questo *finatore*, e lo si fondeva ad oggetto di ossidare, o di scorificare quelle porzioni di ferro che lo rendevano impuro. Talvolta questo rame conteneva il 7 ed anco il 12 per cento di peggio...

Prima si riempiva di carbone dolce; poi vi si ammonticchiava sopra il rame nero ridotto in pezzi di un mediocre, e facilmente trattabile volume.

A risparmio di combustibile tenevano il «finatore» ristretto in modo, che nei fondi non restasse, che poco più dello spazio ocorente al catino.

Dato fuoco a questa fonderia di raffinazione, in breve tempo cominciava il rame nero a liquefarsi, ed allora si accresceva l'inclinazione della canna, per modo che battebbe nella periferia interna dell'uscello.

Da questa refrazione veniva il soffio portato direttamente al punto di contatto del carbone col rame, che già aveva cominciato a sciogliersi.

Liquefattosi questo rame impuro e purgata la superficie dai carboni, dirigevasi la canna allo strato interno dell'uscello per modo che il soffio era obbligato a battere al centro della superficie del catino, ed ossigena-

va sino al grado di vetrificazione il ferro e forse qualche altro metallo vi fosse combinato».

Si sofferma, dopo aver precisato che il «soffio» non deve essere umido su mantici e sulle trombe eoliche riprendendo poi il discorso ricco di informazioni.

Quando il metallo era fuso si levavano le scorie galleggianti con uno strumento di legno.

Poi lo si copriva con altri carboni, raccogliendo quelli che si erano levati dalla superficie e si stabiliva il probabile affinamento dal «colore vivace infuocato» ⁽¹⁷⁶⁾.

Vi si gettavano sopra carboni accesi ed acqua riscaldata. Sospesa la soffieria, spento il fuoco, si levava con attenzione il carbone che copriva il *rame raffinato* e le altre materie che vi galleggiavano.

Si lasciava tranquillo il metallo (incandescente) finché la superficie si coagulasse. Si provava la resistenza (con un bastone) e si versava dell'acqua calda per accelerarne la consolidazione.

Quando si levava dal catino il primo foglio o sottile cialda detta dai lavoratori la *prima rosetta*, poiché non era pura, la si metteva da parte assieme ad altri fogli che non risultavano bene affinati.

Man mano che questi fogli si estraevano dal catino si spruzzavano con acqua facendoli sciogliere in una vasca d'acqua.

Il rame così ottenuto presentava:

- 1) Uno splendore metallico rossiccio, che tendeva qua là alquanto all'oro.
- 2) Superficie disuguale sparsa di tubercoli di differente grandezza, alcuni dei quali vescicolari, l'inferiore segnata da piccole punteggiature.

⁽¹⁷⁴⁾ CORNIANI DEGLI ALGAROTTI M. A., vedi nota 170, p. 411.

⁽¹⁷⁵⁾ Il Vicario Minerale di Pergine Bartolomei precisava per il forno fusorio da rame a Fierozzo «Il terzo forno per vero, dove si purga perfettamente il rame, interno agli altri due è più depresso». B. C. TN., man. 13, fogl. 107.

⁽¹⁷⁶⁾ CORNIANI DEGLI ALGAROTTI M. A., vedi nota 170, p. 416, 417.

- 3) Alla frattura mostrava tessitura confusamente fibrosa, e radiata ed un color rossiccio meno intenso.
- 4) Limata (la superficie) acquistava il colore del rame ordinario, ed era dolce alla lima.
- 5) Non v'era dunque terra selciosa mescolata col rame; e si rilevava parimenti, che non esisteva antimonio, poiché se questo metallo vi si fosse trovato, sarebbe rimasto in fondo al recipiente in istato di ossido bianco ⁽¹⁷⁷⁾.

Questi processi teorici e pratici sui minerali di rame contenenti zolfo portano a conclusione essenziale e finale:

- A) *Per ogni fusione il rame presente nel minerale cresce in % sempre di più.*
- B) *Per ogni fusione si eliminano scorie e composti inutili.*
- C) *Le scorie di ogni fusione sempre più ridotte presentano proprie caratteristiche.*

La tabella schematica, eliminando per la immediata comprensione i fenomeni di arrostitimento, chiarisce il concetto (fig. 208).

Scorie

Le scorie nel settore della metallurgia dei minerali di rame ed ancor più in quelli solforati sono dei test importanti perché possono chiarire alcuni aspetti.

Oltre a denunciare la presenza di forni fuorori si presentano con nette caratteristiche inquadrabili in due tipologie fondamentali fra le quali esistono però altre sottotipologie.

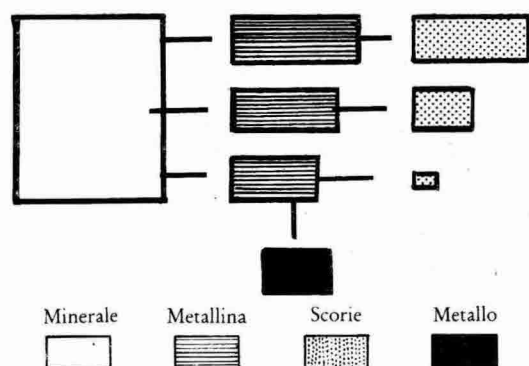


Fig. 208

Anche per il Trentino, come derivati della calcopirite, fra il Medio Bronzo ed il La Tène si inquadrano in:

- A) *Scorie grezze* (coarse slag-rohschlache) che possono essere:

grandi: (lunghezza 25-30 cm)

medie (lunghezza 15-25 cm)

Presentare: forma discoide
forma irregolare
forma a quarto di disco

Essere: bollose
opache
rosso-marron
marron-nero se umide
lucenti
poco vetrificate
molto vetrificate
ricche di inclusioni di quarzo
ricche di macchie verdi (efflorescenze di solfato di rame)

Chimicamente sono costituite da ossido di ferro + silicato di ferro e come soleva dire Preuschen ⁽¹⁷⁸⁾ un «eisenoxidulsilikat» con contenuto diffuso e minimo di zolfo e rame.

- B) *Scorie piatte* (fine slag-plattenschlache). Sono lastre con spessori variabili fra 2-35 mm. Si presentano:

omogenee
nere
di color grigio-ferro
con patine verdi
con patine rosso ruggine
con lucentezza
con due facce lisce
con una faccia liscia ed una raggrinzita (tela di latte)
con fratture nette e taglienti
con orli arrotondati
con orli sopraelevati
con bordi curvi
protuberanze a forma papillare
vacuoli interni fino a grandezze di una nocciola.

⁽¹⁷⁷⁾ CORNIANI DEGLI ALGAROTTI M. A., vedi nota 170, p. 421, 422.

⁽¹⁷⁸⁾ PREUSCHEN E., *Ad lit.*, 10.11.1970, Salisburgo.

Fra queste due tipologie fondamentali si inserisce tutta una serie più o meno estesa di sottospecie legate sia agli spessori che all'aspetto fisico.

Fra le scorie grezze (fig. 209) con caverne irregolari a guisa di spugna, a pari grandezza ed altezza, se ne possono distinguere di quelle di peso più elevato per il maggior contenuto di ferro.

Controllando il peso di tali scorie per località diverse di una stessa valle è possibile stabili-

re oltre la ricchezza del contenuto in ferro la maggiore o minore efficienza del lavoro in un forno di prima fusione. Le due facce, superiore ed inferiore, presentano accentuate differenze di spugnosità, come se l'intera massa nell'atto del raffreddamento avesse gravato verso la base accostando i vuoti e di conseguenza rimpicciolendoli (fig. 210).

La faccia inferiore è sempre piana, quasi le scorie incandescenti e molli si fossero rassodate su un piano artificiale.

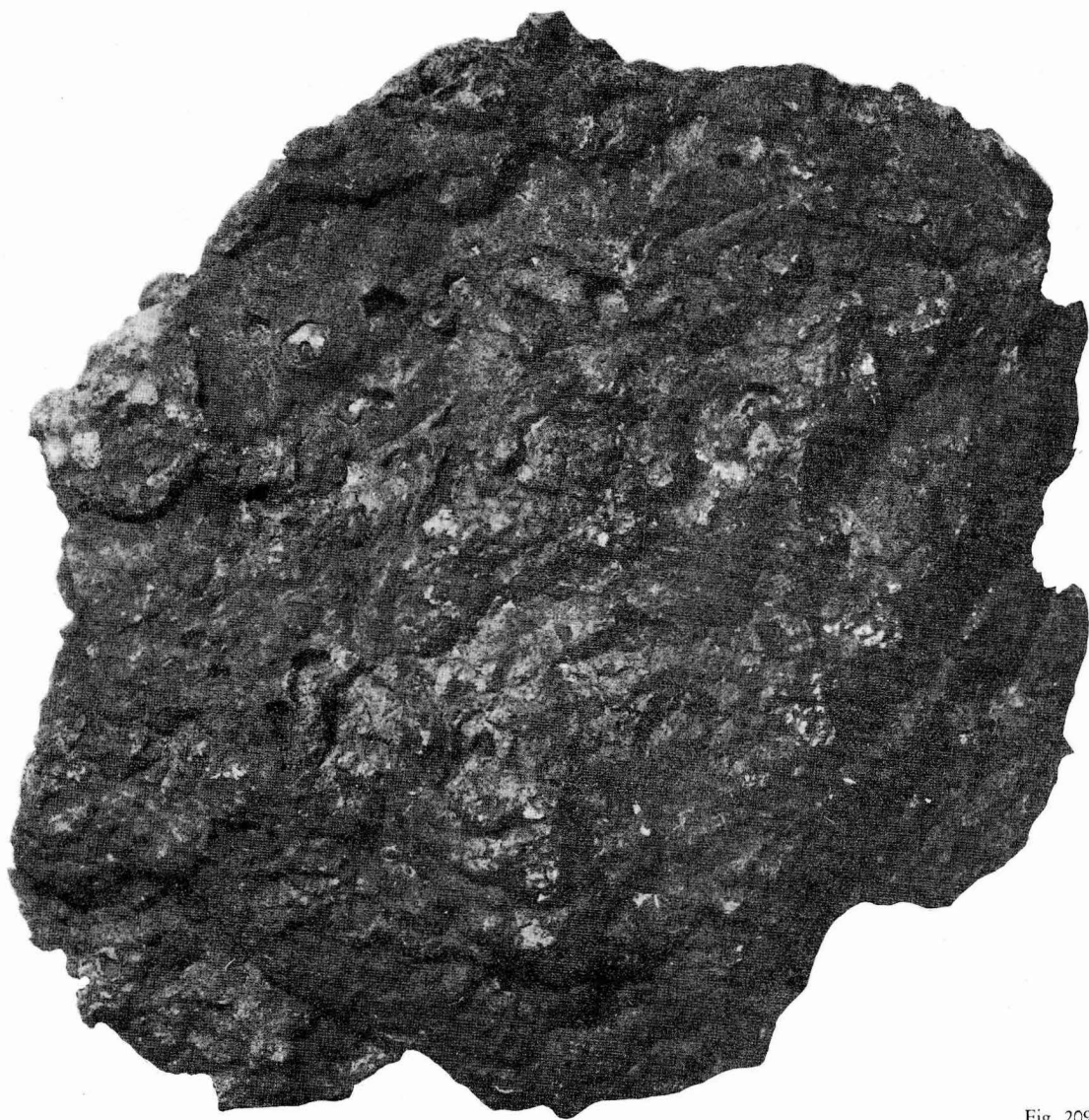


Fig. 209

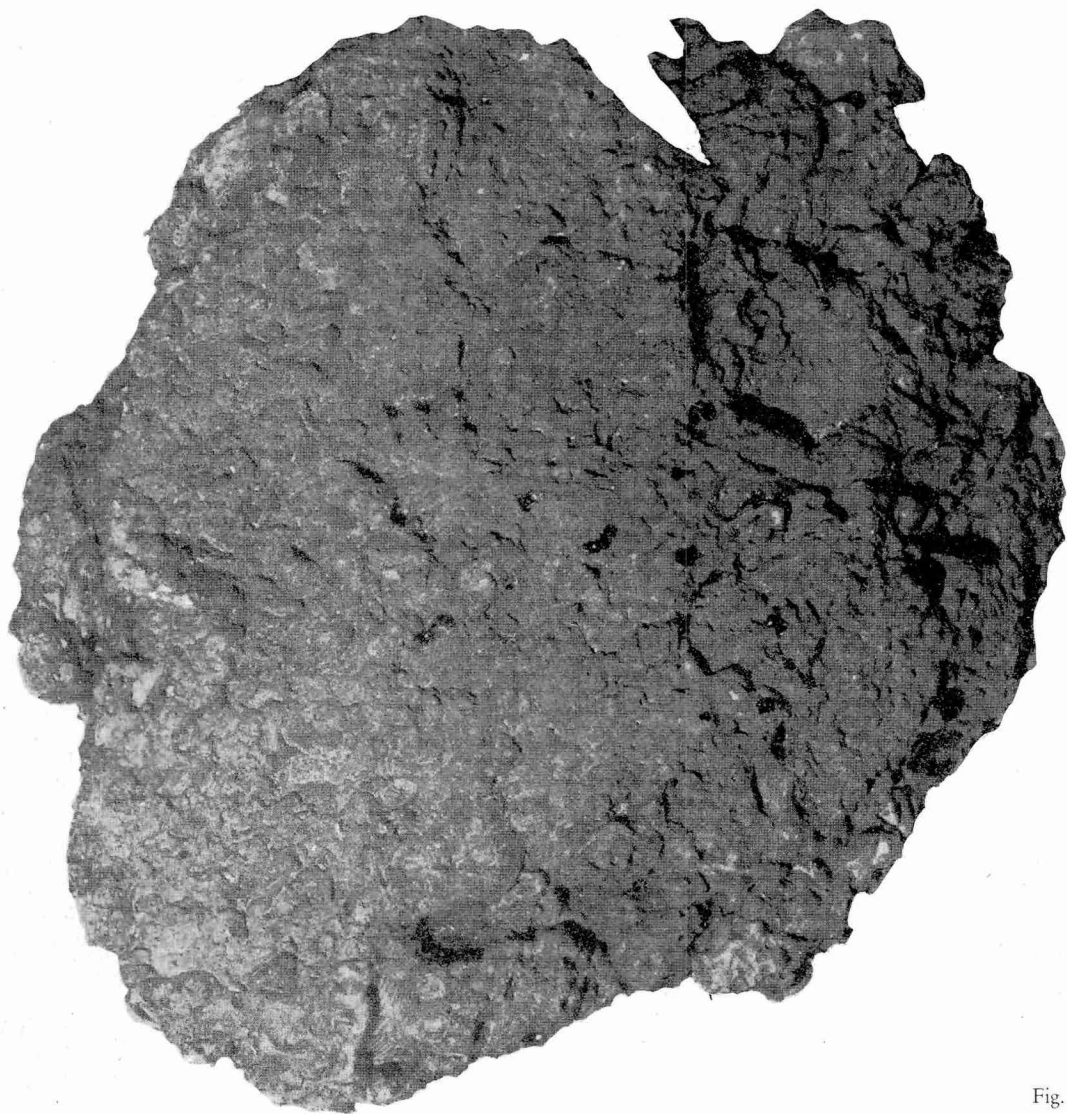


Fig. 210

Le scorie a quarto di tondo mostrano sulla curvatura in sezione la seguente forma (fig. 211), quasi la scoria fosse una molle polenta adagiata su un tagliere.

I loro spessori oscillano fra 5-7 cm. ma si sono trovate scorie con spessori di 11 cm. (Malga Laghetti - Lavarone, Montagnola - Sella di Valsugana).



Fig. 211

Si rinvennero scorie di notevole grandezza in Val Cadino a destra salendo il Rio di Fregasoga, dove esistono i resti di un forno fusorio con molti frammenti di argilla cotta proprio alla base (ril. Šebesta G., 1965 - fig. 212).

A Malga Stramaiolo (Montesover), Brusago, Centrale, a cavallo fra Bedollo e Segonzano, alla Regnana, all'Acqua Fredda (passo di Redebus), in Cambrocoi a monte della Malga di Sant'Orsola, in Val di Mezzo (Cambrocoi-Sant'Orsola), in Valcava presso la vecchia seghe-



Fig. 212

ria, in Val dei Slompi ⁽¹⁷⁹⁾, in Terebis (Frassilongo), a Meterbis (Falesina), alle Slache (Vignola), alla Malga delle Rose (Vetriolo), ai Paroletti, Malga Prese (Alta e Bassa), a Malga Broi, a Cinque Valli, fra Malga Erterli e la miniera di Cinque Valli dove infestano l'intero versante orografico del Torrente Argenta e si rinvenne il forno da arricchimento in crogiolo (Šebesta G. - L. Dal Ri 1969).

Numerose scorie si rintracciarono in Val di Cavé di cui Preuschen ⁽¹⁸⁰⁾ dette notizia.

La Valle di Sella, cordone ombelicale della metallurgia dell'Ultimo Bronzo fra Vetriolo-Cinque Valli-Lavarone, presentò concentrazioni di rosticci in Val delle Tavole (Preuschen), alla Montagnola presso la Malga del Costa e lungo il sentiero che si inerpica da casa De Gasperi

⁽¹⁷⁹⁾ PREUSCHEN E., *Bronzezeitlicher Kupfererzbergbau im Trentino* in *Der Anschnitt XX*, fasc. I, p. 5, 6, 7. Bochum Bergbau Museum 1968.

⁽¹⁸⁰⁾ Come sopra, p. 13.

verso Malga Manazzo; scorie grezze e grandi che ragazzo mi divertii a rotolare verso il basso nei molti anni delle mie vacanze trascorse lassù.

Le scorie grezze si presentano a volte a forma di quarto di disco quasi fossero state parte di un unico scorione del diametro di 50-60 cm, corrispondente alle misure conclamate dei diametri interni dei forni fusori di Ultimo Bronzo (fig. 213).

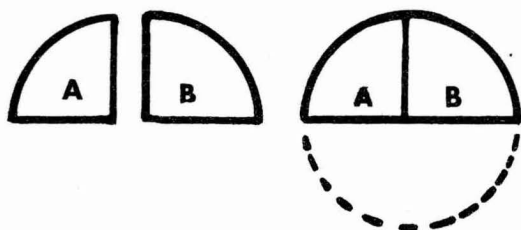


Fig. 213

Quarti di scoria i cui lati misurano 20-30 cm.

Se si dovesse pensare ad un forno che producesse dischi completi di 40-60 cm. bisogna ipotizzare che:

- 1) vennero tolti da un forno dopo averlo abbattuto parzialmente sul fronte anteriore per una buona metà;
- 2) si potevano levare direttamente dal forno perché possedeva una bocca larga poco più dello scorione.

L'ipotesi 1) dovrebbe cadere immediatamente perché il rapporto tempo-costruzione fornore minerale-metallo sarebbe stato antieconomico al punto tale da scoraggiare qualsiasi fonditore.

Si potrebbe rispondere che ciò sarebbe stato possibile a conclusione di una campagna fusoria per l'ultima fusione, attendendo il raffreddamento e passando poi allo smontaggio col recupero dello scorione, della sottostante metallina e della lingua stessa del forno (per lingua intendo un particolare spessore del fondo del forno e del crogiolo imbibito, per porosità o molteplici fratture di metallina ed in casi particolari di rame tale da essere staccato per conseguenza come un foglio di notevole spessore con contenuti in rame anche del 90%).

Un forno in ultima analisi *chiuso* con la bocca ridotta per il solo vento, con crogiolo profondo tanto da contenere tutta la metallina e lo scorione che si sarebbe andato formando ormai solido sopra la stessa.

Bastava in tal caso, abbattuta la parete, sistemare le punte di due pali fra la base dello scorione e la superficie ormai solida della metallina, fare leva su due convenienti punti di appoggio per sbloccare-sollevare il primo e levarlo per trazione dal forno (fig. 214).

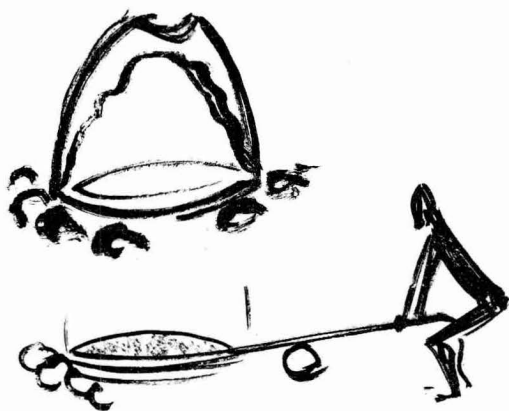


Fig. 214

Lo scorione poi sarebbe stato spezzato mediante mazze a metà e le metà in altre due (fig. 215).

L'ipotesi 2) propone un forno dove la bocca a livello di crogiolo fosse più larga dello scorione ed alta il doppio dello stesso.

Prima della messa in funzione del forno l'ampia bocca veniva ridotta a dimensione minore mediante una struttura parietale più sottile e fragile (argilla + frustoli cotti) facilmente abbattibile (fig. 216).

I forni dei Mandara e dei Matakam ⁽¹⁸¹⁾ ricordano tale applicazione (fig. 217).

Dopo ogni fase di fusione si sarebbe abbattuta la parete temporanea di argilla, sistemando

⁽¹⁸¹⁾ GARDI R., *Mandara*, p. 114, fig. 30, Milano 1957.
GROTTANELLI V., *Ethnologica*, vol. II, p. 579.

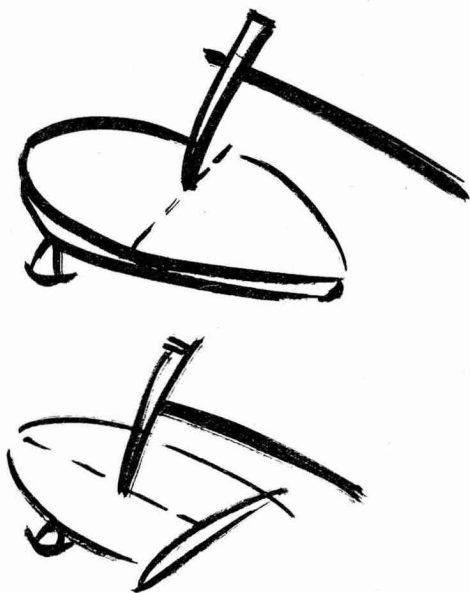


Fig. 215

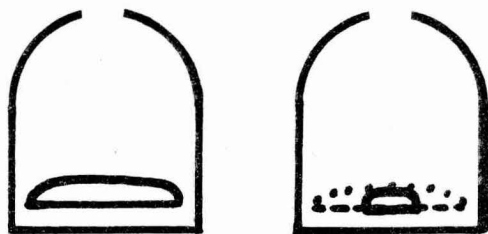


Fig. 216

un sasso davanti alla bocca allargata. Infilando un bastone in punta a becco di clarino sotto il bordo dello scorione lo si sarebbe staccato dalla superficie della metallina, facendo leva, togliendolo poi dal forno (fig. 218).

Frantumato in pezzature più ridotte sarebbe stato ammassato e poi ridotto in sabbia di scorie.

La stessa operazione meccanica di recupero



Fig. 217

sarebbe stata adottata per la metallina (fig. 218a)

Svuotato il forno, ripulito il fondo od il crogiolo per raschiamento, si ricostruiva la parete provvisoria caricando lo stesso dall'alto per una nuova fusione.

La grandezza di altre scorie grezze ed irregolari a forma di schiacciata della grandezza massima di 20 cm. e con spessori di 2 cm. porta a pensare ad una terza ipotesi: un forno a cupola od a camino con una bocca larga 20-25 cm. a livello del labbro del crogiolo o del fondo.

Durante la fusione il crogiolo si andava riempiendo di metallina, mentre le scorie pure esse incandescenti ed in continuo aumento galleggiavano in superficie.

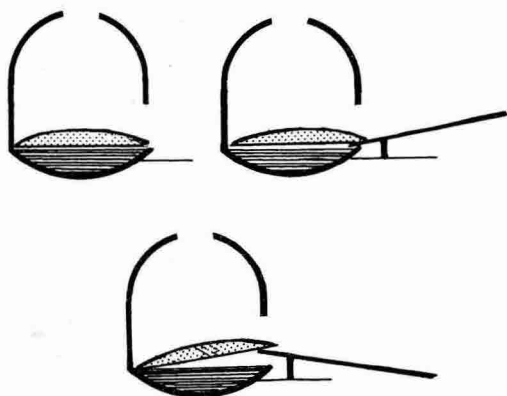


Fig. 218

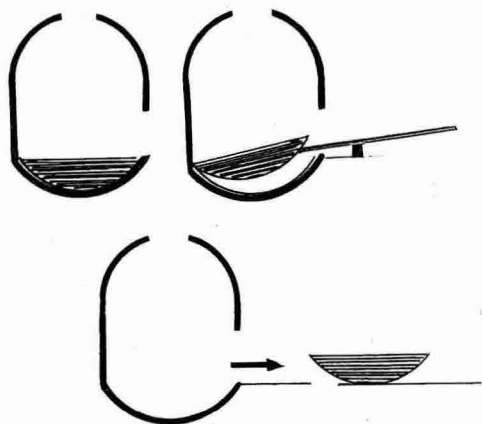


Fig. 218a

Bastava, al momento opportuno, penetrare con un pollone di nocciolo piegato a laccio attraverso la bocca, abbassarlo sulla scoria e strapparla fuori rapidamente (fig. 219).

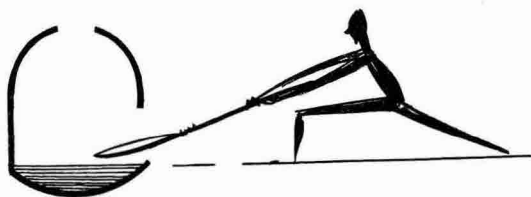


Fig. 219

La scoria sarebbe caduta a terra deformandosi irregolarmente. Ben difficilmente si sono trovate scorie così ridotte.

La faccia di sotto si è sempre presentata piana.

Tale caratteristica si può spiegare soltanto con la presenza, al di fuori della bocca del forno, di una grande pietra di granito o porfido a forma discoide e faccia piana.

Era su questa che finivano, per strappo, le scorie fluide diventando per rassodamento alla temperatura ambiente piane di sotto, assumendo la forma di autentiche schiacciate.

A fine fusione, dopo aver tolte le scorie, la metallina stessa perdurava nel suo stato fluido incandescente.

Così si poteva prelevare in due modi diversi:

- 1) Spillandola mediante un foro già predisposto sul fondo del forno.
- 2) Recuperandola per strappo oltre la bocca del forno e trasferendola sul piano della pietra (fig. 220).

Erano le metalline di seconda fusione e così confezionate che potevano essere commerciate utilmente.



Fig. 220

Vučedol propone un forno fusorio a base rotonda con catino esterno ⁽¹⁸²⁾. Il catino recupera ininterrottamente, senza possibilità di dubbio, il fuso e le scorie (fig. 221).

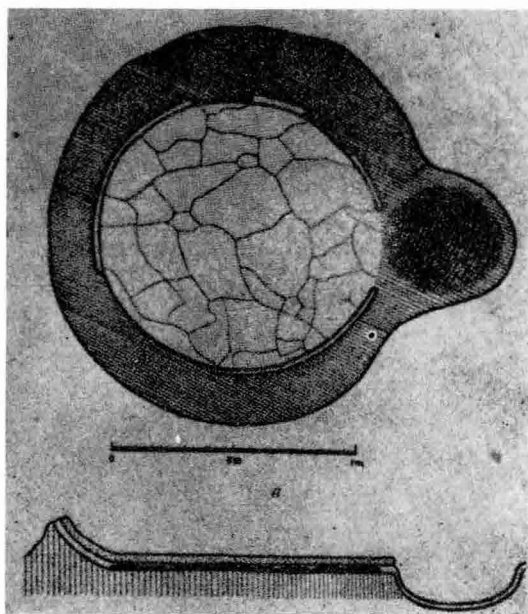


Fig. 221

Una base di forno ed un catino abbassato che fanno parte di una soluzione che accomuna al forno a cupola ricostruito da Pittioni ⁽¹⁸³⁾.

Esistendo un catino esterno al forno non si può più parlare di un fondo di forno realizzato a crogiolo, bensì di un fondo piano od ancor più di un fondo obliquo verso la bocca destinato a trasferire minerale fuso e scorie oltre la stessa (fig. 222).

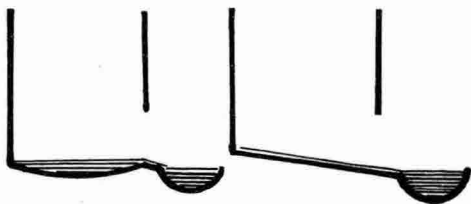


Fig. 222

In tal modo, levate le scorie dal catino per strappo, con lo stesso metodo venivano tolte le metalline facilmente commerciabili (fig. 223).

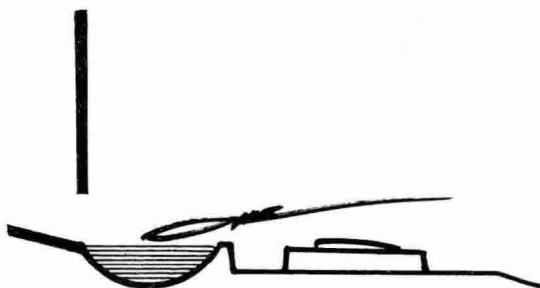


Fig. 223

Molto significativa col metodo dello strappo, per la comprensione, la preparazione dei fogli di rame nero levati dai catini, all'atto della solidificazione, con bastoni e forchette nel 1832 in Val Imperina ⁽¹⁸⁴⁾.

«Il rame (dentro il catino) appena scoperto, doveva lasciarsi in riposo (era liquido ed incandescente), osservandosi bene che la sua superficie si rassodasse un poco a segno, che tastandola con il ferro, denominato la *forchetta* dinotasse una qualche resistenza.

Giunto esso a quel grado di consistenza abbastanza di avviso dei fonditori, era dovere de' Capi di far allestire una vasca di legno riempita di acqua, la quale dovevano correggere nello stato di sua frigidità coll'immergervi delle inutili terre, o loppe contenenti ancora del calore e ne prendevano una porzione con un mastelletto, e ve la gettano sopra.

Bagnata la superficie del rame con tutte le accennate, ed altre avvertenze, levavano il primo foglio di questo, alla cui operazione dovevano intervenire almeno tre Smelzeri.

⁽¹⁸²⁾ SCHMIDT. R., *Die Burg Vučedol*, fig. 10, 11, tav. 9. Zagreb 1945.

⁽¹⁸³⁾ PITTIONI R., vedi nota 140, p. 39, fig. 14.

⁽¹⁸⁴⁾ CORNANI DEGLI ALGAROTTI M. A., *op. cit.*, p. 350, 351.

Con forchette, ed uncini, già prima riscaldati, veniva sollevato il foglio in modo, che non ricadesse, e non si sommergesse nel catino; attenzione di grande avvertimento e di pericolo alla loro vita nello scoppio, che ne risultava in tale disordine.

E come tali fogli erano molto pesanti, così per facilitarne con sicurezza l'estrazione, si servivano di un rotolo di legno, sul quale appoggiando le loro leve, o forchette, ritrocendo essi Smelzeri col loro corso, facilmente venivano portati sulla superficie vicina del terreno».

Levato il primo foglio, operavano nello stesso modo con il secondo, il terzo e così via fino ad esaurimento del fuso nel catino.

È in questo particolare tipo di forno che le scorie in preistoria non si sarebbero presentate così voluminose, per il preventivo smaltimento delle stesse, come quelle rintracciate nel Trentino, per cui rimane aperto il problema dell'*abbattimento dei forni almeno in prima fusione*. C'è da chiedersi se la batteria dei forni servisse in parte allo scopo.

Le scorie logicamente di primo sottotipo sono più piccole, grige, scure o rosso ruggine con superfici più omogenee delle prime pur alveolate. Ben difficilmente si presentano in località dove esistono gli scorioni.

Si potrebbero prospettare due soluzioni alla loro esistenza.

- 1) In un forno di prima fusione il processo ossidante, per abbondanza di ganga in rapporto al minerale utile, non è riuscito a compiere una totale divisione. Aperto il forno, recuperata la metallina si sarebbe ripetuta sulla stessa una *seconda fusione* (sottofusione), ricavando scorie ridotte.
- 2) Il minerale era così ricco di rame (33%) da dare in prima fusione scorie relativamente piccole.

Fra le scorie a lastra, o di secondo tipo, al di là degli spessori si deve parlare di scorie speciali perché destinate a chiarire alcuni processi.

Presentano queste un bordo circolare, regolare, emergente sulla faccia superiore.

A volte, se la fortuna aiuta, in un'area specifica da forno fusorio, si possono recuperare ed unire alcuni frammenti fino a comporre un quarto di disco o più dello spessore di 4-6 mm, inscrivibile in circonferenze di 14-18 cm, tali da identificare un *disco-scoria da crogiolo*.

È ciò che permette di pensare ad un forno a cupola specializzato per processi di raffinazione.

Pittioni⁽¹⁸⁵⁾ ha chiarito come queste scorie siano i residui di una sola scoria a disco che si è andata formando sopra il rame nero contenuto in un crogiolo e ne ha espresso efficacemente il concetto sia con lo schema del forno a crogiolo, ma ancor più colle due figure seguenti (fig. 224).

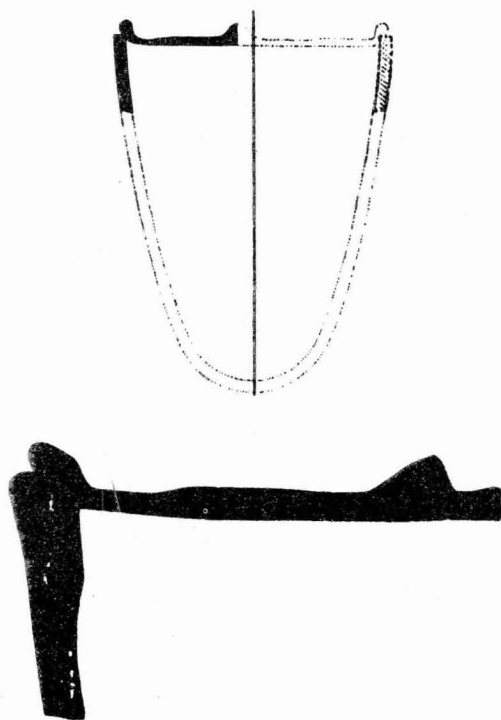


Fig. 224

Sullo stesso scavo si possono trovare altre scorie speciali.

Si presentano con la forma e la grandezza

⁽¹⁸⁵⁾ PITTIONI R., vedi nota 140, p. 32, fig. 11, p. 29, fig. 8, 9.

di un medaglione e sono legate ad un *sottostadio della fusione di raffinazione al crogiolo*.

Probabilmente il metallurgo, adibito a tale lavorazione, accortosi che il rame non rispondeva ai requisiti richiesti (prove di rottura od elasticità del metallo) ha ripetuto lo stesso processo.

In tal modo le scorie rigettate erano così minime da conformarsi solo in alcuni dischetti.

Mi sono sempre chiesto, quando ho trovato un solo dischetto, se il fonditore avesse controllata la superficie del crogiolo di affinamento e non avesse unito i vari spurghi superficiali in un unico dischetto mediante l'uso di un bastoncino.

Forno a cupola

Se è vero che talune scorie sottili a lamina si possono considerare di crogiolo è altrettanto vero che la maggior parte invece si debbano considerare di *seconda fusione*.

Come quelle scorie che, per la non omogeneità di temperatura del forno, sono andate incrostando ripetutamente le pareti del forno fino ad una certa altezza.

Un esempio eclatante che spiega codesto fatto è chiarito dalle pareti interne dei forni trovati da Hauser Alois di Cortaccia ed esistenti presso il Museo di Castel Tirolo (Merano) (fig. 225).

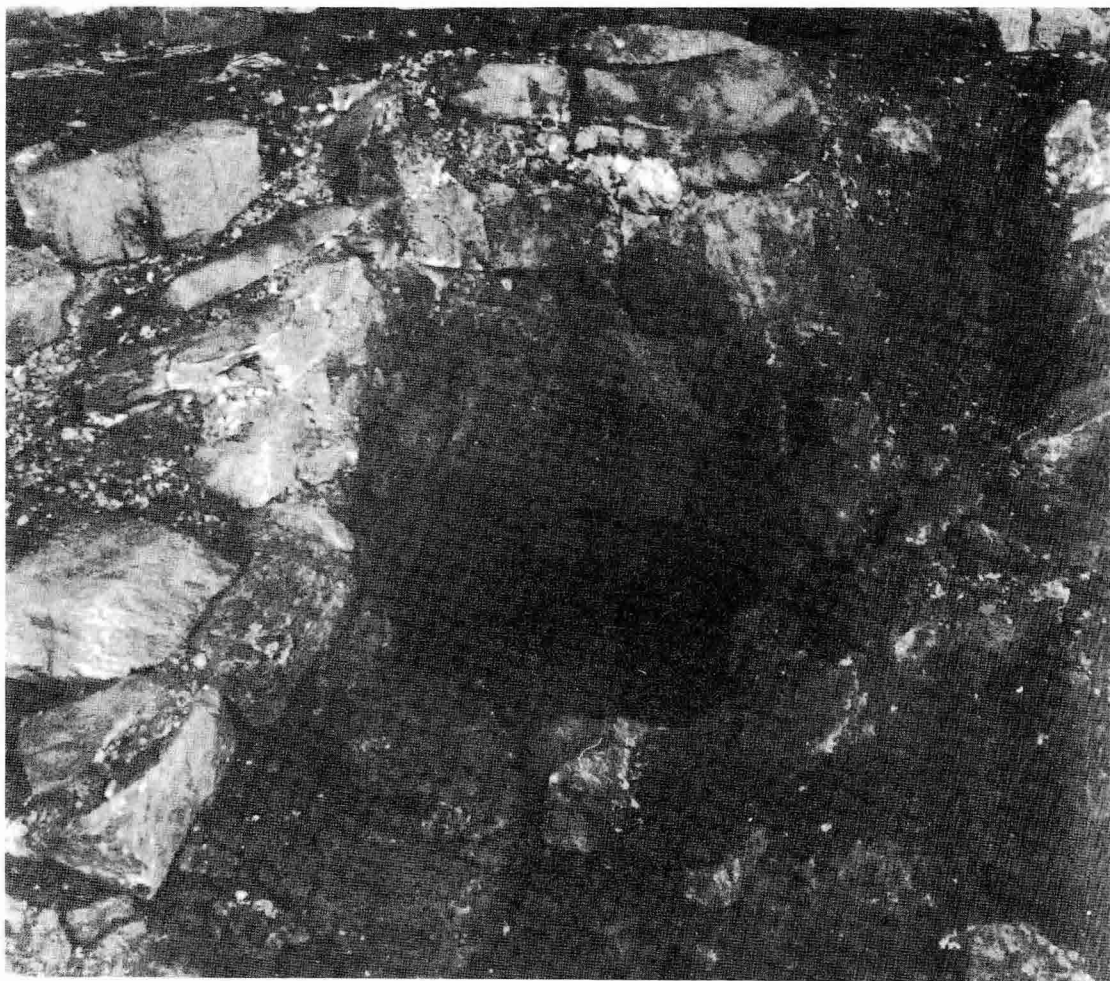


Fig. 225

Mentre il forno più conservato (sulla sinistra per chi osserva) chiarisce l'altezza massima a cui le scorie hanno aderito alle pareti del forno (fig. 226), incorporando anche qualche frammento di scoria grossa, il terzo forno, quasi decapitato, mostra ancor più questa aderenza regolarmente distribuita e liscia che presenta solo qualche crepa e poche irregolarità.

Una aderenza di scoria sottile che non è riuscita a staccarsi dalle pareti ed a scivolare sul fondo del forno, quasi non avesse posseduto la fluidità necessaria probabilmente per una differenza sostanziale di temperatura fra ambiente centrale del forno e le pareti forse prive di una copertura refrattaria.

Si potrebbe, lo avrebbe fatto Pittioni se aves-

Fig. 226



se visto il forno, definirla *una scoria ininterrotta di lamina verticale*.

L'illustre studioso ⁽¹⁸⁶⁾, in funzione della totalità delle scorie trovate nello scavo della piazzola n. 13 a Jochberg, ricostruiva il forno a cupola di prima e seconda fusione, evidenziando come all'interno dello stesso, ad una certa altezza, si andasse formando un grande piatto di scoria laminare di circa 30 cm. di diametro la cui misura lo portava, confortato dai dati di Czedik-Eisenberg, a fissare una base interna di 50 cm. ed una altezza minima di 50 cm. (fig. 227).

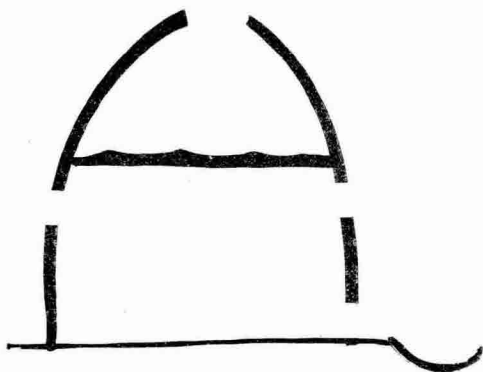


Fig. 227

Per il processo di affinazione ⁽¹⁸⁷⁾ proponeva sempre un forno a cupola diviso da un diaframma interno in due ambienti, dove un crogiolo sistemato fra gli stessi risultò in base alla sua scoria di 14 cm. di diametro con una altezza comparata di 18 cm. (fig. 228).

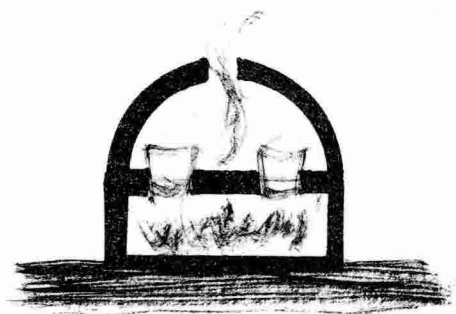
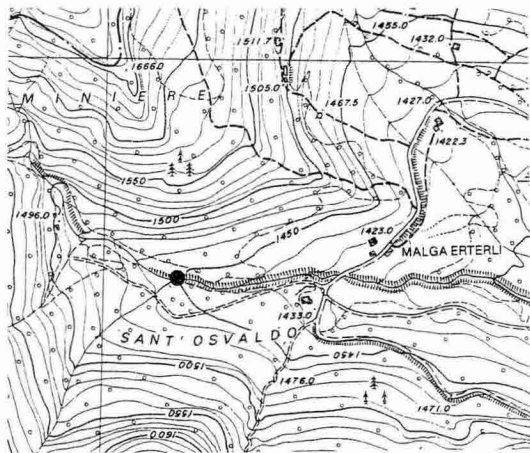


Fig. 228

Forno a cupola di Cinque Valli

Il forno da me individuato e poi ripulito con l'aiuto di Lorenzo Dal Ri, per arricchire la sua tesi di laurea, lo rintracciai vicino al sentiero che conduce alla miniera di Cinque Valli, sulla sinistra orografica del Torrente Argenta, a 394 m. da Malga Erterli a quota 1452 m (fig. 229).



● Forno

Fig. 229

Il terreno, poiché Dal Ri era impegnato in altre ricerche, venne da me preventivamente depilato del cortice erboso e da uno strato di terra ed aghi di larice fino allo strato utile.

All'atto poi dello scavo si rintracciò un primo strato irregolare di 10-15 cm. formato da sabbia finissima di scorie (analogia con Terrebis) entro cui si rinvennero:

- 1) frammenti di scorie lisce, sottili con spessori variabili fra 5 e 9 mm;
- 2) molti grumi di argilla cotta;
- 3) moltissimi frammenti di quarzo selezionati, senza possibilità di dubbio, per la purezza e la grandezza variabile da quella di una nocciola al riccio di una castagna;
- 4) frammenti di rosticci grezzi coperti di una patina verde dell'ordine di 1 cm. cubico;
- 5) frammenti di minuti rami marcescenti, ma non ridotti a carbone.

⁽¹⁸⁶⁾ PITTIONI R., vedi nota 140, p. 39, fig. 14.

⁽¹⁸⁷⁾ Come sopra, p. 39, fig. 15.

Fu nella parte media del primo strato che cominciarono ad emergere alcune pietre consistenti.

Al di sotto dello strato A si presentò lo strato B, nettamente distinguibile dal primo, formato da un miscuglio di sabbia di scorie, frammenti di carbone amalgamati a polvere di carbone dove si rinvennero rametti dello stesso prodotto della grandezza di una matita.

Sotto quest'ultimo un terzo strato C, con spessori variabili fra i 2-3 cm, era formato da un impasto di cenere ed argilla tendente al cenere a contatto con un quarto strato D di argil-

la purissima ocrea dello spessore di 4 cm che appoggiava su un terreno ghiaioso-ciottoloso alluvionale (fig. 230 - 230a)

Le pietre grandi che emersero dall'allargamento dello scavo misero in chiaro la struttura di un settore circolare di muro basale formato da pietre schistose a forma irregolare, accostate a realizzare un particolare spessore (fig. 231).

Soltanto le pietre A e B presentavano le facce coperte da un leggerissimo strato di vetrina trasparente, quasi il fuoco non la avesse ossidata in profondità.

Le altre pietre si presentarono pulite come

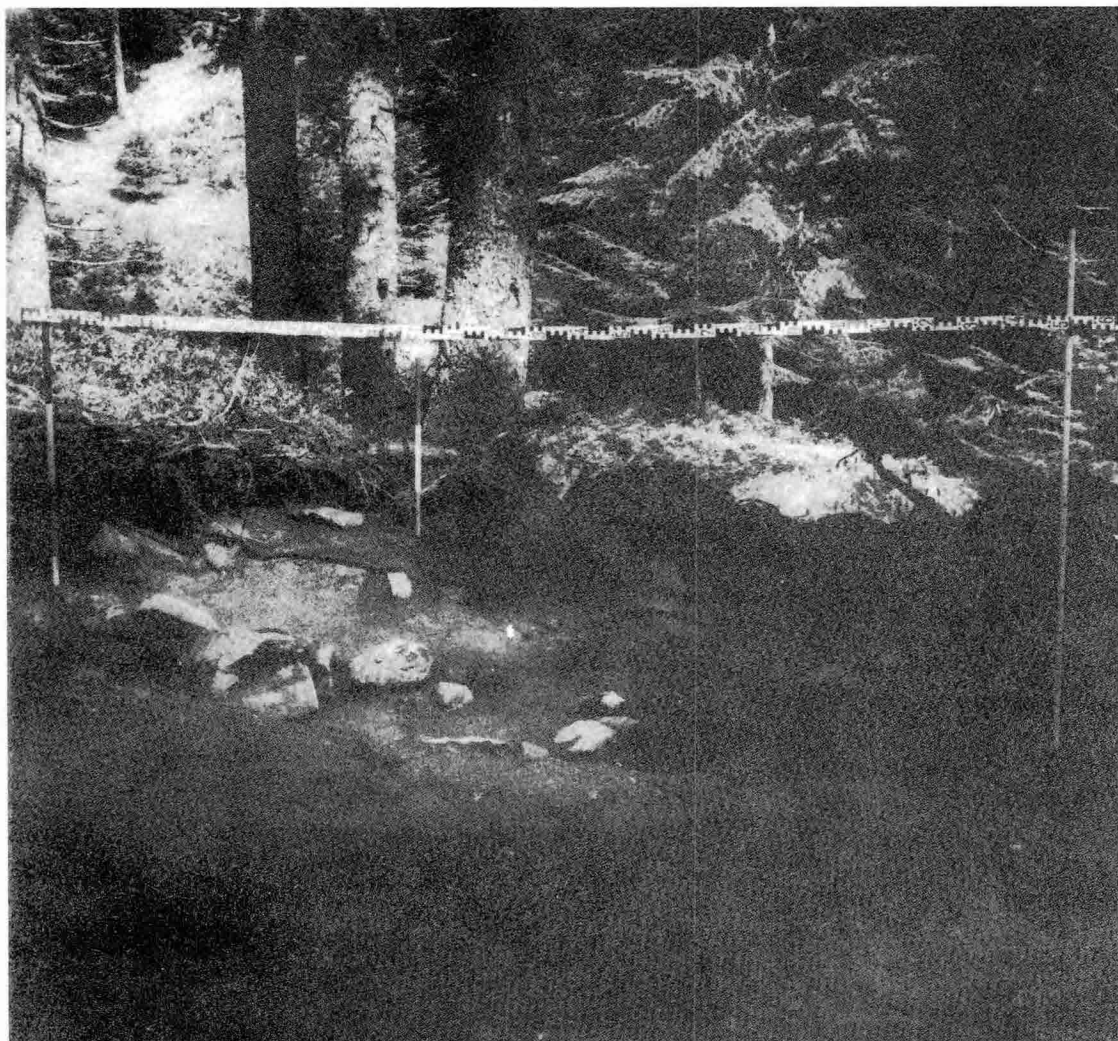


Fig. 230

se fossero state abbondantemente rivestite di argilla, riscontrata invece fra uno spazio e l'altro della costruzione.

Faceva parte del muro anche un pezzo di levigatoio i cui solchi mostravano i segni di un lungo processo di fricazione. (M.U.C.G.T. sezione metallurgia).

Affondando dentro l'area interna del forno fin a livello della base muraria (fig. 232) emerse:

- 1) uno strato A di 5 cm;
- 2) uno strato B di 16 cm;
- 3) uno strato di 2 cm di sola cenere;

- 4) uno strato di 2 cm. di solidissimo pavimento di cotto tutto screpolato e superiormente nerissimo (4 mm);
- 5) un sottile strato D E e sotto quest'ultimo un pavimento di sassi fra cui quello centrale di 31x40 cm dello spessore di 23 cm. (fig. 233).

Nello strato di tritume di carbone una notevole quantità di frammenti di argilla cotta chiarirono realmente l'esistenza di un robusto rivestimento parietale del forno. Esternamente alla cinta muraria, si rinvennero grumi di argilla normale e sassi distribuiti a formare una base esterna



Fig. 230a

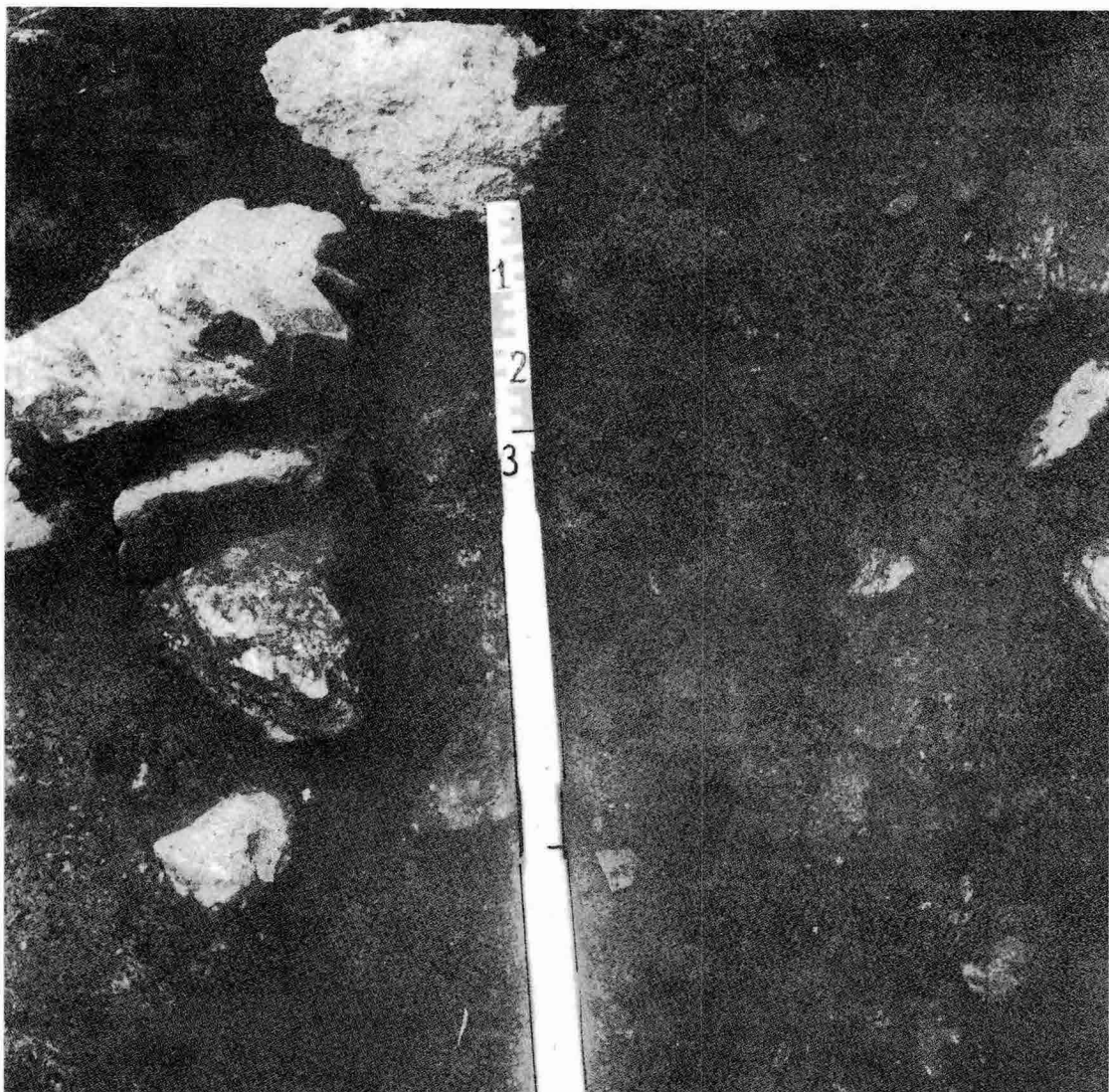


Fig. 231

del sistema murario ellittica entro cui si conformava la struttura circolare.

Così si presentava la struttura in pianta del forno con circonferenza interna di 60 cm. (fig. 234).

Il pavimento era formato da tre grandi pietre che riposavano sul terreno ghiaioso-sassoso alluvionale.

La decorticazione progressiva, al di fuori del forno, mise in luce un cerchio di pietre del dia-

metro interno di 40 cm. probabile base di ancoraggio per quelle tazze di argilla destinate a trattenere la parte in pelle dei mantici (fig. 235). Esso non presentava fondo di argilla cotta né tracce di fuoco.

La distanza forno-tazza portò per simmetria costruttiva ad individuare il secondo cerchio.

Risultava così fra le due tazze la distanza utile di 50 cm. tale da permettere ad un uomo di sedere accucciato od inginocchiarsi comodamen-



Fig. 232

te per manovrare i mantici come facevano i Mandara ⁽¹⁸⁸⁾ (fig. 236).

Al di fuori del forno, fra le molte scorie sottili, se ne poterono unire tre perfettamente (fig. 54).

Per la curvatura inseribile in un cerchio di 17 cm. mi portarono a pensare ad un forno a cupola da raffinazione con crogioli con diametro interno di 17 cm.

Codesta possibilità era rafforzata dai seguenti dati:

- 1) numerosi frammenti di notevole spessore di argilla sottoposta al fuoco, ma abbastanza pulita;
- 2) il fondo del forno piano;
- 3) abbondanza di frammenti di carbone nel forno;

⁽¹⁸⁸⁾ GARDI R., *Mandara*, fig. 28, Milano 1957.

- 4) strato di cenere sotto il carbone;
- 5) fondo del forno di argilla cotta con notevoli fessure;
- 6) la mancanza assoluta entro 10 m. di scorie grezze.

Levando il fondo, il sottofondo di grosse pietre poggiava a sua volta su sassame e sabbia grossolana: un perfetto sistema di drenaggio per difendere il forno dalla umidità.

L'asse maggiore del forno era di 160 cm. la minore di 130 cm. I notevoli spessori della muratura garantivano senza dubbio una compressione ed uniformità termica (fig. 237).

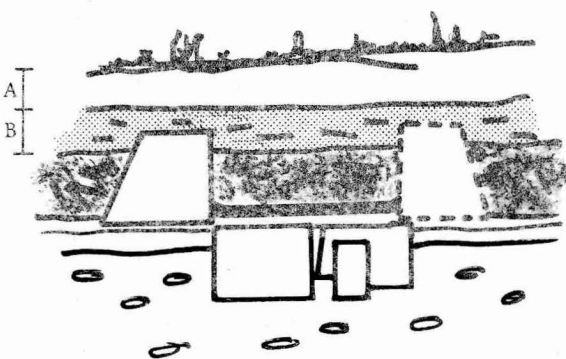


Fig. 233

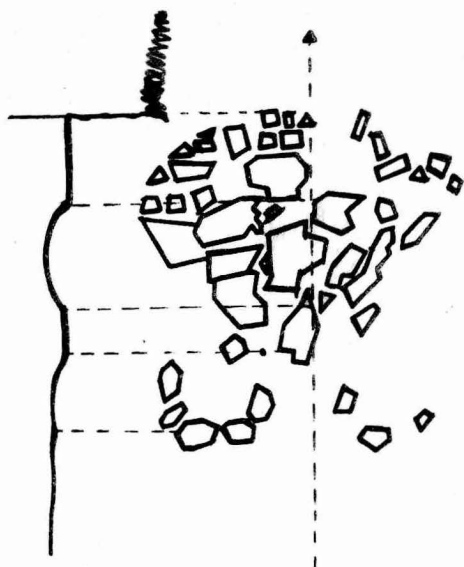


Fig. 234

Un forno quello di Cinque Valli che si collega a quello della Vela, ma che non mi confermò, attraverso gli scritti di Pittioni, se tali forni venissero gestiti da mantici.

Pensando però ad una notevole ossidazione per eliminare le ultime tracce di scorie ed elementi speciali lo si può pensare alimentato in fase finale da mantici.

Un forno non destinato a produrre metallina, ma ad irradiare il calore attraverso un piano intermedio forato e per questo equilibratamente compresso.

Forni fusori fuori terreno

Precisazione

Nella evoluzione dei forni preistorici che ci giunge dalle annotazioni archeologiche è opportuno possedere un quadro allargato non solo legato ai forni specifici da rame, ma anche da ferro per giungere, attraverso l'esperienza barbarica, ai forni messi in luce da Paul Louis Pelet, punto fisso per un nuovo balzo verso il Medioevo.

Inoltre è pensabile che, con qualsiasi tipo di forno, quando si riuscì ad emergere dal terreno ed alzare i muri anche di poco, si potè fondere senza che la pianta quadrata o rotonda nella scelta fosse importante.

Ben altri rapporti portarono alla fusione, come:

Base-altezza
Bocca-altezza
Cubatura forno-cubatura mantici
Strozzatura forno-compressione
Bocca-bocca superiore
Bocca-camino

La grande rivoluzione metallurgica entrò in atto quando l'uomo comprese la utilità di sostituire i piccoli forni fusori a catino immersi nel terreno con altri e di utilizzare i primi solo nelle fucine per attività terziarie (fig. 238).

Era opportuno, per garantire una massiccia produttività metallurgica, articolare combustione-minerale entro strutture murarie fuori

terra a cupola od a camino, più o meno grandi, che consentissero di sfruttare al massimo il calore di combustione-fusione e, mediante l'uso di bocche e camini, lo incrementassero ancor più in modo tale da innescare tutte le molteplici e complesse operazioni di riduzione.

In tal modo in un *forno sopraelevato* dal terreno si sarebbe potuto:

1) *Stivare più carbone e minerale in determinati rapporti quantitativi.*

- 2) *Sfruttare al massimo il calore eliminando l'irradiazione calorico all'esterno.*
- 3) *Aumentare la corrente d'aria in funzione delle quote del fondo, dell'altezza, della bocca, della Tuyere di accesso al vento naturale od artificiale, del camino.*
- 4) *Sollevare il fondo del forno al di sopra del livello del terreno permettendo la facile uscita dei rosticci e del minerale fuso in conche esterne (fig. 239).*



Fig. 235

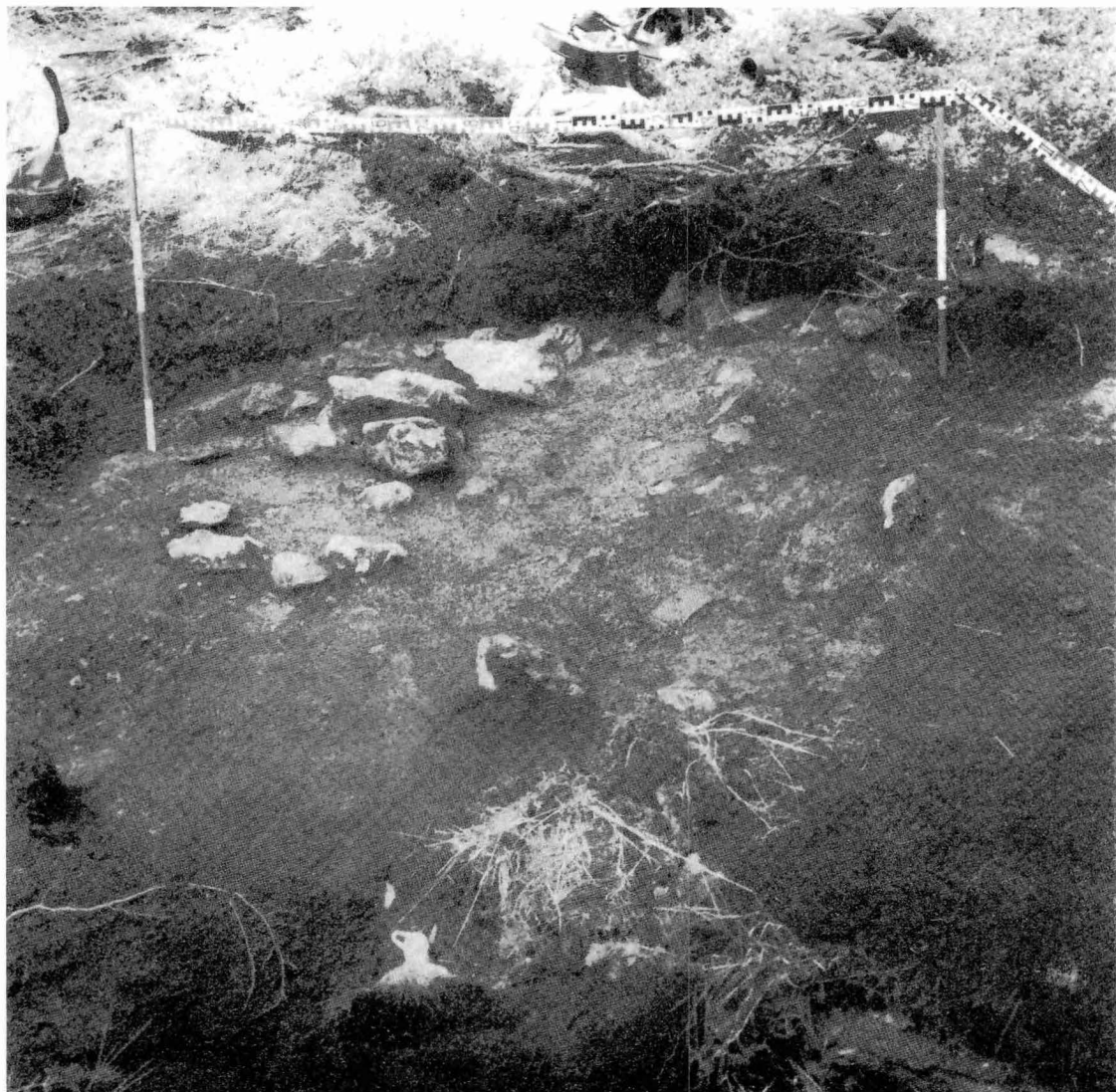


Fig. 236

Un forno che provocò tecnologicamente un balzo di qualità fu quello giura-bernese trovato a Cernetat ⁽¹⁸⁹⁾.

Alto m. 2,50 presentava un diametro interno irregolare fra i 40-50 cm. con un contenuto di 100 litri.

Una strozzatura ad invito nella sua lunga bocca consentiva una forzatura naturale di tiraggio incrementata dall'altezza della manica stessa (fig. 240).

Un autentico forno senza necessità di mantici come ha sostenuto Coghlan ⁽¹⁹⁰⁾ (fig. 241).

⁽¹⁸⁹⁾ DARENBERG M. M. C. H. - SAGLIO E. - POTTIER E., *Dictionnaire des antiquités grecques et romaines*, vol. II, p. 1087, fig. 2958. AITCHISON L., *A History of Metals*, vol. I, p. 170, fig. 80, London 1960.

⁽¹⁹⁰⁾ COGLAN H. H., *Notes on the Prehistorich Metallurgy of Copper and Bronze in the Old World*. Oxford 1954.

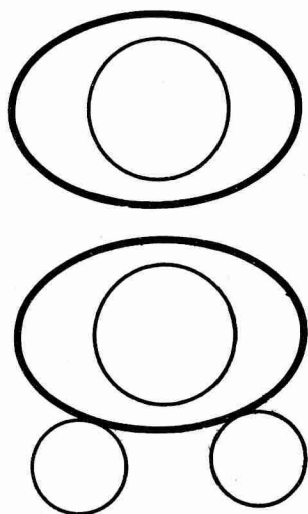


Fig. 237

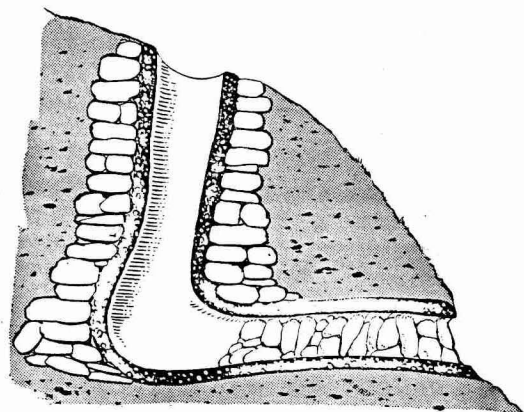


Fig. 241

In tal modo il forno, parzialmente addossato al terreno, diventava:

- 1) *Macchina soffiante*
- 2) *Contentore di combustibile*
- 3) *Contentore di minerale*
- 4) *Camino per forzare il tiraggio*

Fra il 1600-1200 a.C. i fonditori dell'Austria usarono i forni a cupola ⁽¹⁹¹⁾, in cui versando dall'alto alternarono combustibile e minerale.

Lo stesso tipo di forno prese terreno a Cipro, come se il mare e le distanze non avessero ostacolato le scelte metodologiche.

Ma l'Austria aveva espresso contemporaneamente a Mühlbach-Bischofshofen ⁽¹⁹²⁾ pure forni a camino a base quadro-rettangolare (fig. 199).

Anche il Laurion presentò forni a camino, poco elevati a pianta rotonda e quadrata costruiti con rocce refrattarie come i micascisti e le trachiti con diametri massimi di 1 m. ⁽¹⁹³⁾.

Forni che in esperienza romana ingrandirono ancor più in diametro raggiungendo altezze di 2-3 m, con due buche di colata ⁽¹⁹⁴⁾, seguiti



Fig. 238

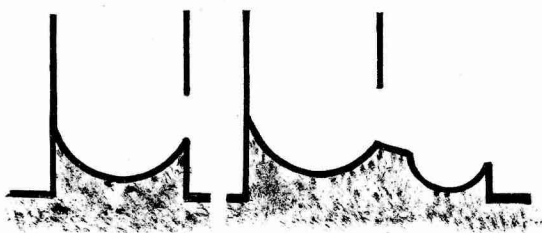


Fig. 239

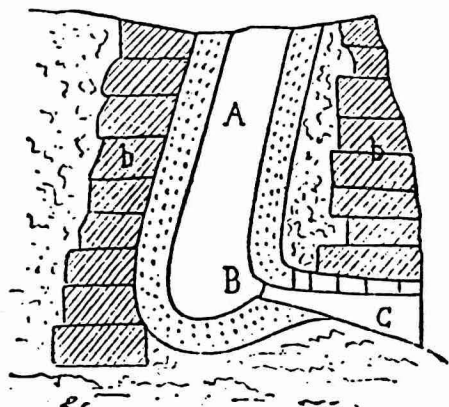


Fig. 240

⁽¹⁹¹⁾ PITTIONI R., vedi nota 140, p. 39, fig. 14, 15.

⁽¹⁹²⁾ ZSCHOCKE K. - PREUSCHEN E., *op. cit.*, tav. VI, VII, VIII.

⁽¹⁹³⁾ ARDAILLON E., *Les mines du Laurion dans l'Antiquité*, p. 78, Paris 1897.

⁽¹⁹⁴⁾ MUSSCHE H. - CONOPHAGOS C., *Ore-washing establishments and furnaces at Megala Pevka and Demolia-ki*, in Thoricos, p. 61-71, Bruxelles 1969.

a ruota dai forni di Tharsis ⁽¹⁹⁵⁾, per calcopirite, con altezze di 2,50, crogioli di 50 cm. di diametro, profondi 45 ed una tuyère (fig. 242).

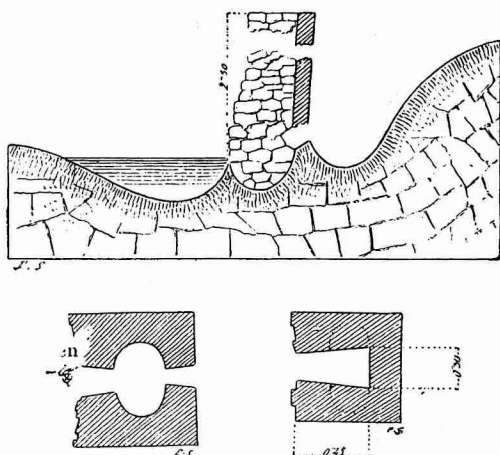


Fig. 242

Una tendenza ad alzarsi sempre di più mantenendo quasi costanti le misure interne.

Il forno stesso a cupola non per questo venne trascurato. Quello di Epoca Ferro presentato da Stieren ⁽¹⁹⁶⁾ non si discosta certo da quello di Pittioni. Aveva un diametro da 60 a 100 cm ed una altezza interna di 50 cm. I disegni in pianta e sezione dello stesso sono significativi (fig. 243).

Furono probabilmente i minerali di ferro, con i vastissimi affioramenti a cielo aperto, particolarmente della Grande Polonia (Wielun-Czestochowa), che incentivarono la messa a punto di una grande quantità di forni fusori e quindi di una esperienza-evoluzione a tronco di cono, non certamente per fondere, ma per portare i minerali di ferro al completamento del blumo.

Formati da una cavità cilindrica e da una struttura muraria a mutare in tronco di cono quasi un camino.

La bocca superiore permetteva il caricamento combustibile-minerale e la fuoriuscita dei vapori di combustione, rinforzava il tiraggio esaltato da finestre laterali per la introduzione dei venti artificiali ⁽¹⁹⁷⁾ (fig. 244).

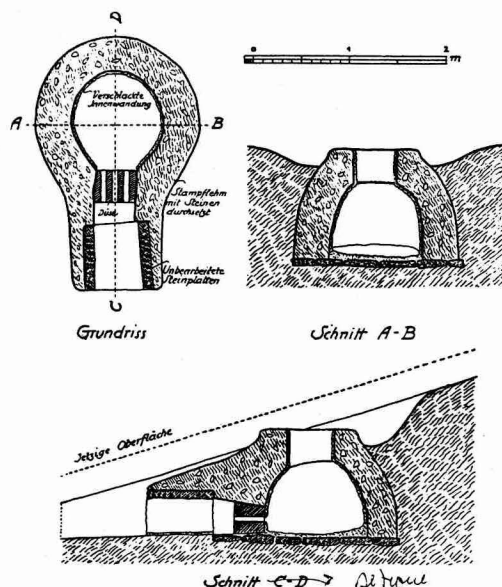


Fig. 243

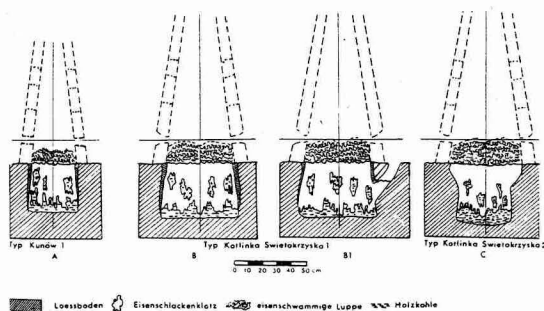


Fig. 244

Una struttura che pur rimanendo per più di un millennio ridotta aprirà la strada agli alti forni moderni.

⁽¹⁹⁵⁾ TARIN Y. G., *Description de la province de Huelva*, p. 40, tav. VII - Darenberg-Saglio-Pottier., *op. cit.*, fig. 5011, 5012.

⁽¹⁹⁶⁾ STIEREN A., *Vorgeschichtliche Eisenverhüttung in Sudwestfalen*, in Germania 1935, p. 16, fig. 2, Frankfurt A.M.

⁽¹⁹⁷⁾ BIELENIN K. - WOYDA S., *Zwei Eisenhüttungszentren des Altertums im Weichselbogen (1. Jh. v.u. Z.-4. Jh. u.Z.) in Eisen + Archäologie Eisenerzbergbau und-verhüttung vor 2000 Jahren um der VR Polen*. Ausstellung im Deutschen Bergbau-Museum Bochum vom 29. Juni bis 13. August 1978.

Il forno fusorio di Berounsku presso Lodenič⁽¹⁹⁸⁾ mise chiaramente in rilievo la strozzatura a camino destinata ad aumentare il tiraggio, ma anche ad esercitare una compressione in cupola (fig. 245).

Ma per comprendere, particolarmente nelle quote, il lentissimo evolversi degli stessi è opportuno considerare i due forni XIX e XX messi in luce da Paul Louis Pelet⁽¹⁹⁹⁾, durante una campagna di scavi sistematici 1959-1960, 1963-1969, dove si evidenziarono ben nove orizzonti di forni fra il 350 + — 80 a.C. ed il VI sec. d.C.

Questi due forni affiancati quasi gemelli, facenti parte di una unica struttura muraria, del VI sec. d.C., a fondo ellissoidale misurano cm 86x50, 70x50 con altezze medie delle due celle di circa 1 metro (fig. 246).

Una conferma che spiega quanto non siano mutate le quote fra Ultimo Bronzo e VI secolo dopo Cristo.

Un blocco tecnologico dovuto alla impossibilità di realizzare quelle macchine soffianti mosse dall'acqua che dal 1200 in poi avrebbero permesso progressivamente di avviare la soluzione *alti forni*.

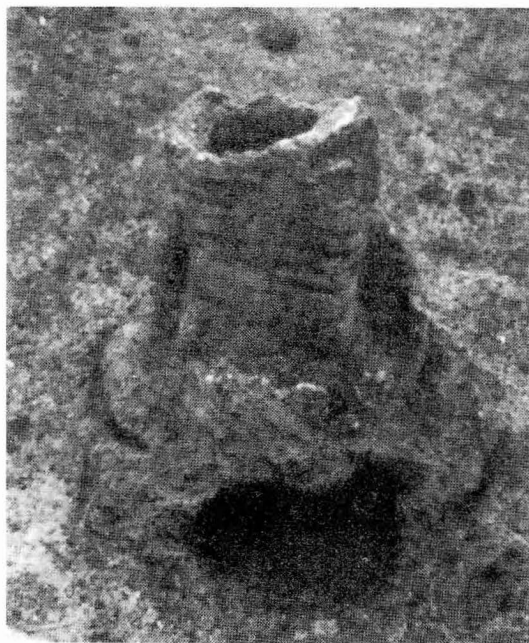


Fig. 245

È opportuno, al di fuori delle dimensioni del forno, ascoltare Forbes⁽²⁰⁰⁾ che si riferisce ai negri del Katanga:

«La tribù dei Basanga, che mantiene il segreto della lavorazione dei minerali di rame, estrae la malachite dai pozzi della cedevole dolomite silicea.

Due fornaci di 3' di diametro e 5' di altezza sono utilizzate per arrostitire e per fondere. Carbone di tenace legno è usato per fondere.

Il forno si tira su a cono di termite in un'ora e mezzo e puntellato con rami è riempito con 3 piedi di carbone e pezzetti di legno.

Questo è acceso, carbone è aggiunto fino in cima, uno strato di minerale è aggiunto e carbone fino al totale caricamento di 80-100 libbre.

Dopo un'ora e mezzo la disidratazione e l'arrostitimento del minerale sono finiti, il carbone è consumato e nuovo carbone è aggiunto ed i mantici sono messi in attività per ridurre la «matta» a metallo in circa mezz'ora.

Quando il lavoro è finito viene rotta la fornace e la massa di rame è staccata dal terreno mediante colpi di martello e subito pulita mediante raschiatura.

Circa il 60-70% di rame del minerale viene recuperato e nello stesso tempo in meno di due ore e mezzo vengono prodotte 24-28 libbre di rame nero.

Ciò che deve essere raffinato viene trasferito ed avvolto a focaccia e mescolato con carbone in crogiolo fatto come un cono di termite.

I crogioli sono posti in una fornace e per ogni caricamento si possono realizzare lingotti di 4-6 libbre».

⁽¹⁹⁸⁾ KORAN J., *Prehledné dejiny Československého hornictví*, p. 56, fig. 6, Praha 1955.

⁽¹⁹⁹⁾ PELET P. L., *Fer Carbon Acier dans le Pays de Vaud*, p. 98-104, fig. XVII, Lausanne 1973. PELET P. L., *Sidérurgie antique au pied du Jura vaudois*, in *Helvetia Archaeologica*, fasc. 4, p. 88, Basel 1970.

⁽²⁰⁰⁾ FORBES J. R., *Studies in Ancient Technology*, vol. IX, p. 26-27, Leiden 1972.

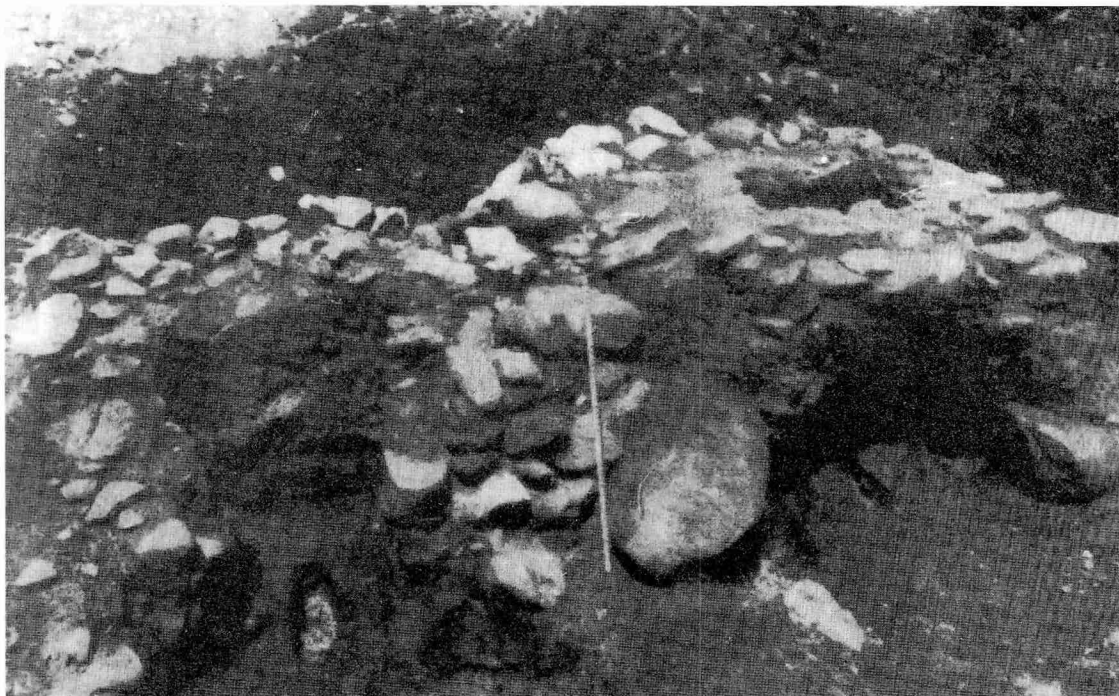


Fig. 246

Un procedimento che al di fuori dei processi di fusione multipla, messi in atto dai fonditori del Bronzo Finale lungo l'Arco Alpino ed in Austria lavorando calcopirite, trova importantissime analogie, ma spiega ancor più i tempi di fusione e le rese.

Considerazioni

Solo un professionista che ha lavorato ai forni fusori può comprendere l'intima atmosfera interna durante un processo fusorio.

La camera di combustione ed una buona parte del forno sono vivificati dal fuoco ed il carbone ed il minerale stesso esistono allo stato di incandescenza - preliquetazione.

Dall'alto il minerale scaricato, superata una certa caduta, raggiunge una parte del forno dove tutto brucia ed egli stesso diventa pastoso e poi liquido.

È possibile che i fonditori dell'Ultimo Bronzo, prima di ogni fusione, raschiassero il fondo del forno a piano inclinato od a crogiolo attra-

verso la bocca, vi sistemassero una piccola piramide o catasta incrociata di schegge di legno dolce e resinoso (fig. 247).

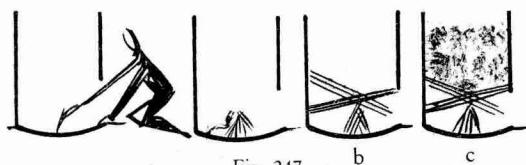


Fig. 247

Essi conoscevano assai bene il mestiere di preparare bastoncini lunghi e sottili in funzione di torcia ⁽²⁰¹⁾.

È probabile, per sostenere la carica di carbone, che sopra i legnetti sistemassero dei rami più grossi a protezione degli stessi (fig. 247b).

Lasciassero poi cadere dei carboni accesi o li infilassero attraverso la bocca e quando la fiamma aveva conquistato spazio caricassero dall'alto

⁽²⁰¹⁾ KROMER K., *Hallstatt*, tav. 66, Wien 1963.

il carbone di legna a riempimento dell'intero forno (fig. 247c) lasciando che la massa bruciasse tutta assumendo il color rosso. Così il forno si sarebbe riscaldato eliminando la possibile umidità ed impedendo la rottura della costruzione.

Il carbone, non era calato di molto.

Soltanto allora si versava dall'alto il minerale, in strati tali ed alternati a carbone da non soffocare il tiraggio attraverso la massa sottostante dei carboni accesi, che si presentava per la loro pezzatura come un sistema di riempimento spugnoso (fig. 248) incandescente.



Fig. 248

Era in questa fase termica di forno che il materiale mutava, diventava pastoso, si concentrava in piccoli grumi che assumevano sempre maggior incandescenza fino a guttare, a staccarsi, a cadere, mutando in rivoli sempre più fluidi che scivolando fra i carboni vivamente accesi discendendo raggiungevano il fondo o il crogiolo del forno riempiendolo a poco a poco allo stato liquido (fig. 249).

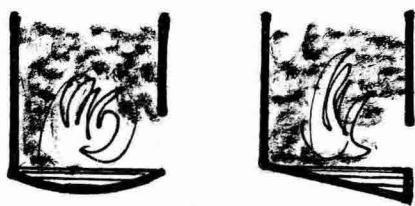


Fig. 249

È importante sottolineare che i carboni incandescenti cadendo galleggiavano sopra la metallina fusa e la carica stessa totale (dei carboni), continuando a cedere il calore al fuso, lo mantenesse nel suo stato.

Sulla superficie del fuso galleggiavano anche le scorie, che venivano eliminate ininterrottamente.

Era importantissimo non lasciar calare il livello della carica di carbone sotto cui, ad una ventina di centimetri, finivano le aggiunte di minerale (fig. 250).

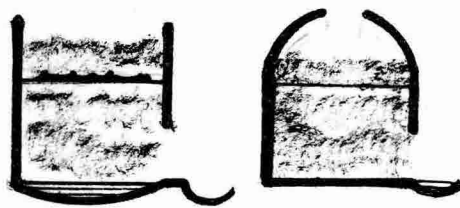


Fig. 250

Chiarisce questa necessità operativa il forno di prima e seconda fusione proposto da Pittioni ⁽²⁰²⁾.

Se il forno non avesse funzionato con questo regime di stabilità in altezza non si sarebbe formata in alto quella scoria a disco a chiusura del processo fusorio.

Sulle pareti dello stesso forno, al di fuori di un possibile e sottilissimo velo vetrificante, si dovevano consolidare una parte delle scorie di seconda fusione come una copertura ininterrotta che raggiungeva i classici spessori delle scorie piatte. Scorie che aumentavano probabilmente di spessore là dove i punti termici delle pareti del forno risultavano più bassi.

Codeste differenze oggi giorno si possono controllare con le sonde pirometriche anche nei forni elettrici per cottura di ceramiche invetriate.

A volte, infatti, in una intera partita di 1000 pezzi si riscontrano 10 pezzi con vetrina fusa, che chiarisce che in quel punto la temperatura era leggermente diversa.

Crogioli

Al principio del III millennio a.C. i crogioli utilizzati per l'oro erano alti 13 cm con bocche di 13 cm di diametro.

⁽²⁰²⁾ PITTIONI R., vedi nota 140, p. 39, fig. 14.

Petrie ⁽²⁰³⁾ mise in luce quelli del Sinai e Curto descrisse quelli di Der el-Medina ⁽²⁰⁴⁾.

Lucas ⁽²⁰⁵⁾ precisò che nella maggior parte dei casi i minerali di malachite ed azzurrite si fondevano direttamente nel fuoco sfruttando appieno il potere calorico. A fine fusione il metallo rimaneva nelle ceneri solidificato in piccole masse spugnose irregolari.

Erano queste che venivano rinfuse in crogioli.

La conca della fornace doveva essere sufficientemente grande per accogliere il crogiolo ed il carbone ammassato tutt'intorno e di sopra ⁽²⁰⁶⁾ (fig. 251).

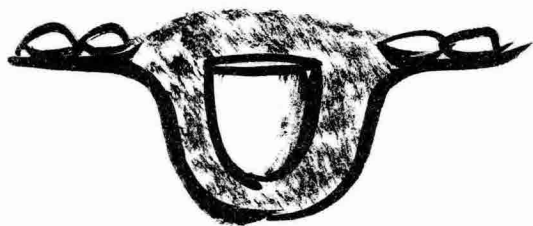


Fig. 251

È qui, con i reperti di scavo, che Pittioni si collega, trattando minerali di rame solforato ridotti a rame nero mediante il raffinamento al crogiolo inserito nel forno a cupola.

Questa ricostruzione felice non per questo esclude l'uso del crogiolo a basso fuoco rintracciato nella piazzola di fusione a Cortaccia.

Lo studioso austriaco presenta per Jochberg le quote ed il disegno di un crogiolo (14 cm di diametro per 19 cm di altezza ⁽²⁰⁷⁾).

Problematica del forno a crogiolo

In questo tipico forno, ricostruito da Pittioni, i crogioli si trovano all'interno di una camera chiusa, che ricorda quella delle fornaci antiche da ceramica greche e romane. Queste fornaci sfruttano un calore pulito ed utilizzano una volta che concentra il calore.

Rimangono due domande a cui fino ad oggi non è stato risposto:

Il carbone di legna veniva sistemato nella camera inferiore, come accade a queste tipiche fornaci?

Il carbone era sistemato pure di sopra, intorno al crogiolo e sopra per favorire al massimo il processo finale di raffinazione?

Camini

Se noi pensiamo ai forni a tubo con sezione quadrata trovati in montagna a Mühlbach-Bischofshofen ⁽²⁰⁸⁾, al passo di Redebus ⁽²⁰⁹⁾, a Terebis ⁽²¹⁰⁾, a Cortaccia ⁽²¹¹⁾ a 20-30 cm. sotto il livello del terreno nella loro parte più alta rimasta in piedi ed a livelli m. 1,20-1,40 alla base, siamo costretti a pensare alla facilità con cui il terreno li ha sommersi per i dilavamenti prodotti dalle piogge e dallo sgelto-scioglimento delle nevi. Non si può trascurare il vento che in certi luoghi battuti ha trasportato ed accumulato notevoli quantità di terra e di sabbia.

È notissimo a tutti che i camini si assottigliano perché la loro funzione non è di trattenerne materiale, come il forno reale, ma di incrementare soltanto il buon tiraggio per favorire il combustibile e lo stesso minerale incandescente.

I camini, dove si ridussero i minerali solforati come la calcopirite, ebbero lo scopo di allontanare e rendere più respirabile l'aria inquina-

⁽²⁰³⁾ PETRIE F., *Researches in Sinai*, p. 162, tav. 161, London 1906. FORBES J., *Studies in Ancient Technology*» vol. IX, p. 58 fig. 13, Leiden 1972.

⁽²⁰⁴⁾ CURTO S., *Postille circa la metallurgia Antico-Egizia*, in *Mitteilungen des Deutschen Archäologischen Instituts Abteilung Kairo*, p. 69, tav. III-IV, Wiesbaden 1962.

⁽²⁰⁵⁾ LUCAS A., *Ancient Egyptian Materials*, Ist. Ed. London 1948.

⁽²⁰⁶⁾ ARCHISON L., *A. History of Metals*» p. 195, fig. 88, London 1960.

⁽²⁰⁷⁾ PITTIONI R., vedi nota 140, p. 29, fig. 8.

⁽²⁰⁸⁾ ZSCHOCHE K. - PREUSCHEN E., *op. cit.*, p. 78, 79, tav. V. VI. VIII.

⁽²⁰⁹⁾ Scavi PERINI R. - WEISGERBER G., lavori citati.

⁽²¹⁰⁾ ŠEBESTA G., Scavi 1949-1979-1984.

⁽²¹¹⁾ Cortaccia ritrovamento. Cortaccia. Recupero-trasferimento Castel Tirolo. Mothdurfter J., 1987.

nata, proprio attorno al forno, dalla massiccia liberazione di anidride solforosa.

Mi sono sempre chiesto, al di fuori delle ipotesi di Preuschen (forni in funzione del combustibile), se la scelta delle località in Ultimo Bronzo dove costruire i forni non fosse ancor più legata alla eliminazione dei gas tossici che ad altri fattori.

• Redebus infatti è un luogo di grande circolazione d'aria, come lo sono Val Cadino, l'imbocco di Ardemolo, Val Cava, Terebis, Vignola, Vetriolo, Cinque Valli, Val di Sella-Montagnola-Malga Manasso.

Tracce di camini sormontanti i forni vennero trovate nelle vaste aree del Laurion⁽²¹²⁾ e Senofonte⁽²¹³⁾ denunciò il carattere malsano della loro aria.

Strabone li vide in Spagna⁽²¹⁴⁾ e Plinio stesso fu della medesima opinione di Strabone⁽²¹⁵⁾.

Ma forse i camini non operarono ancora in Ultimo Bronzo, poiché Forbes⁽²¹⁶⁾ attribuisce l'invenzione ai Celti.

C'è da chiedersi come operarono i fonditori dell'epoca in mezzo a quei miasmi quando dal 1400 in poi in tutta Europa esistono continue proteste per le «arie inquinanti» dei forni fusori.

Fondenti

I fondenti sono necessari per una buona scorificazione.

Lo Pseudo Aristotele⁽²¹⁷⁾ accenna all'aggiunta di una pietra nella lavorazione del ferro presso i Calibi e ugualmente Teofrasto⁽²¹⁸⁾.

Launay⁽²¹⁹⁾ precisa che i termini greci corrispondono alla selce e Plinio stesso accenna ad una pietra verde resistente al fuoco⁽²²⁰⁾.

Principalmente nella calcopirite (Cu Fe S_2) il processo di riduzione messo in atto da due fasi di fusione più una terza di affinamento risentiva la necessità di fondenti sia per una continua scorificazione del ferro quanto degli altri elementi presenti, ma che dovevano essere eliminati per avere rame con bassissime o nulle percentuali degli stessi.

Nei dintorni di Luserna, dove i noduli di selce abbondano nel calcare mesozoico, si rintracciarono notevoli concentrazioni di noduli

e predestinati appunto dove operarono i forni fusori.

Preuschen, lavorando nel suo scavo⁽²²¹⁾, individuò noccioli di selce grigio chiaro e numerosissimi frammenti dispersi dovunque nelle piccole campagne messe a coltura.

La tavola proposta da Forbes⁽²²²⁾ precisa chiaramente la necessità di aggiunte di fondente (silica flux) solo nella seconda fase di fusione, poiché era opportuno eliminare ancora una gran quantità di ferro.

Notevoli frammenti di quarzo si rinvennero durante la messa in luce del forno di Cinque Valli.

Tavola schematica dei forni

Si possono dividere in due categorie fondamentali legate alla diversità di ventilazione.

- I) Forni a tiraggio naturale
- II) Forni a ventilazione artificiale

Possono trovarsi:

Immersi totalmente nel terreno (catino)

Immersi parzialmente nel terreno

Appoggiati parietalmente al terreno

Totalmente fuori dal terreno

⁽²¹²⁾ ARDAILLON E., *Les mines du Laurium dans l'Antiquité*, p. 77, Paris 1897.

⁽²¹³⁾ Senofonte *Trattenimenti di Socrate*, III.6.12.

⁽²¹⁴⁾ Strabone, III.11.8.

⁽²¹⁵⁾ PLINIO N. H., XXXIV.50.2.

⁽²¹⁶⁾ Strabone, III.11.8.

⁽²¹⁷⁾ FORBES R. J., *Metallurgy in Antiquity*, p. 130, Leiden 1950.

⁽²¹⁸⁾ Pseudo Aristotele. *De mir. ausc.* XLVIII.

⁽²¹⁹⁾ Teofrasto. *Lapid* II.9.

⁽²²⁰⁾ LAUNAY DE L., *Mémoire sur l'industrie de cuivre dans la région de Huelva*, in *Annales des Mines*. ser. VIII, XVI, p. 427-516.

⁽²²¹⁾ PLINIO N. H., lib. XXXI 49.2.

⁽²²²⁾ PREUSCHEN E., *Das urzeitlicher Kupfer-Verhüttungsgebiet von Lavarone (Trentino)*, in *Der Anschnitt*. XVII (1965), fasc. 4-5, p. 8-13, Bochum 1965.

⁽²²³⁾ FORBES J. R., *Studies in Ancient Technology*, vol. IX, p. 31, Leiden 1972.

Presentano le seguenti forme:

A catino
A cupola
A tubo
A tubo inclinato
A camino
A tino
A ventre allargato e compresso
A tronco di cono
A clessidra

Possono essere sistemati su:

Massicciate di scorie
Massicciate di sassi
Massicciate miste
Basi di roccia scalpellata

Le massicciate-basi possono essere comuni a:

Un forno
Due forni
Più forni

I forni possono essere innalzati con:

Sassi alluvionali
Sassi di cava
Sassi schistosi
Sassi di porfido
Lastre di porfido
Sassi medi
Sassi grandi
Sassi e rosticci

Legati da:

Argilla
Argilla e terra
Argilla e polvere di carbone
Compressi parzialmente da terra

I forni possono avere una bocca:

Circolare
Semicircolare
Rettangolare
Triangolare
Con stipiti
Aggettante

Possono presentare:

Un ugello
Due ugelli

collocati:

Provvisoriamente davanti alla bocca
Nella parete posteriore
Nella parete laterale
Nelle pareti laterali
Orizzontalmente
Obliquamente (25°-45°)

di forma:

Conica
Tubolare
Ad L

con impasti:

Grossolani
Spessi
Sottili
Lisci
Omogenei
Porosi
Impregnati di sali (efflorescenze verde rame)

Le pareti interne del forno possono essere:

Prive di argilla
Coperte di argilla
Scoriose
Mediamente scoriose
Molto scoriose

Il fondo del forno può essere a:

Crogiolo
Piano inclinato

composto da:

Uno strato di argilla + carbone
Uno strato di argilla
Una massicciata minuta

Il fondo interno del forno può essere:

Circolare
Ovale
Quadrangolare
Quadrangolare allungato
Trapezoidale
A ferro di cavallo

Il forno può essere:

Isolato

Isolato e vicino ad altri

Isolato e lontano da altri

Appaiato con un muro comune laterale

I forni possono avere un muro comune di sostegno di *schiena* per:

Due forni

Tre forni

Più forni



Lingotto di rame. Proprietà di Chiesa Giuseppe (Caldonazzo). Fotografato da sotto.
Lunghezza cm. 22 - Larghezza cm. 16,5 - Peso kg. 4,75.

Carbonaia

Probabilmente il carbone di legna ha dietro di sé una storia più articolata e lunga di quanto si creda.

Alla fine del paleolitico, in molte caverne occupate dall'uomo si rintracciarono chiare testimonianze di legno bruciato.

Ed è impensabile che, consumato o spento il fuoco, non rimanesse sui focolari aperti legni parzialmente combusti e che l'uomo, separandoli dalle ceneri, non tentasse di riutilizzarli constatando che, dopo riaccesi, bruciavano regolarmente.

Questi carboni riaccesi gli dettero la consapevolezza che provocassero più calore della legna stessa e che quel calore si sviluppasse con minor volume di combustibile.

Durante l'ultima glaciazione, i cacciatori di mammut di Vestonice, in Moravia, misero in atto un focolare su cui posero a cuocere figure animali di argilla: una esperienza antelitteram inconscia di far ceramica ⁽²²³⁾.

Ma è in neolitico, quando entrò in uso e si diffuse dovunque la ceramica, che si giunse ad uno stadio tecnologico evolutivo in cui si comprese quanto fosse più utile cuocere talune argille vetriate con carbone di legna.

Così i forni per le ceramiche del V° e IV° millennio, rispettivamente a Susa e Tepe Gawra ⁽²²⁴⁾, dovettero servirsi esclusivamente di carbone di legna per raggiungere, in condizione di camera chiusa, temperature fra 1100-1200°.

La *Scelta fondamentale* che una località dove si fabbricava il vasellame fosse legata ad una *Fonte prossima al carbone* porta a pensare che la stessa sia stata attuata in Bronzo anche per i forni fusori.

Come a Mühlbach-Bischofshofen il fuoco venne usato fin dal 1800-1600 a.C. per aggredire la roccia, i forni fusori, per una esperienza selettivo-temporale, vennero caricati con carbone di legna per assicurare la fusione dei minerali di rame.

⁽²²³⁾ KLIMA B., «*Archaeologické Rozhledy*», 4. p. 193 Brno 1952

⁽²²⁴⁾ VEDI ŠEBESTA G., «*La via del rame*», III p. 53 (158) Trento 1988

Carbone di legna che nel Trentino in Ultimo Bronzo (scarto 400 anni circa con Mühlbach-Bischofshofen) portò i carbonai a realizzare necessariamente le carbonaie.

Senza dubbio i metallurghi dovettero sapere che un carbone utile doveva essere legato alla:

- 1) utilizzazione di piante specifiche,
- 2) abbattute in stagioni e luoghi particolari,
- 3) esposte lungamente al sole.

Certamente la necessità di carbone di legna per tenere attivi i forni fusori e la richiesta di rame deve essere stata tale per il Mediterraneo meridionale, se Strabone ⁽²²⁵⁾ affermava che Cipro era stata disboscata totalmente ed in modo tale che la devastazione si nota tutt'oggi.

L'esigenza diretta ed immediata di legna condizionò certamente la topografia dei forni fusori, sistemati in gran parte nelle vicinanze delle foreste o entro le stesse.

Preuschen ⁽²²⁶⁾ sostenne l'ipotesi che l'uomo, in caso di carenza di combustibile, trasportasse il minerale proprio là dove c'erano i boschi adatti e lì erigesse i suoi forni necessari al ciclo completo.

Dopo lo scavo di Luserna, nel 1963, concludeva:

«È lecito pensare che il minerale sia stato trasferito da aree confinanti - probabilmente da quelle della Valsugana - prima per utilizzare la disponibilità del legname di Lavarone e nello stesso tempo per risparmiare le risorse di legname presso le miniere. Simili tendenze sono state riscontrate nelle aree minerarie nei territori nord delle Alpi orientali».

Lo studioso avvalorava ancor più questa tesi precisando come il principe vescovo di Trento nel 1200 avesse chiamato dal Tirolo e Worarlberg famiglie di carbonai per colonizzare quei territori ricchi di faggio.

È improbabile che il minerale sia stato trasferito per risparmiare le scorte di legname presso le miniere quando i boschi della Valle dei Mòcheni cedettero ininterrottamente il

loro legname fin oltre il 1800. L'ipotesi del legno di faggio ad alto rendimento è senza dubbio più attendibile.

Zschoke e Preuschen a Mühlbach-Bischofshofen ⁽²²⁷⁾ proposero, attraverso le analisi polliniche di Franz Firbas, la presenza del:

<i>Pinus silv.</i>	<i>Quercus</i>
<i>Pinus cembra</i>	<i>Tilia</i>
<i>Picea</i>	<i>Ulmus</i>
<i>Abies</i>	<i>Fraxinus</i>
<i>Fagus</i>	<i>Betula</i>

con dominanza assoluta della picea.

Per l'area di Mitterberg, Eva Sitte-Lüzer ⁽²²⁸⁾ confermò la presenza delle seguenti piante (tav. I).

Tabelle 1: Rezenten Pollenniederschlag (Angaben in %).

	K	T	S	W
Fichte	6,2	5,8	6,0	80,25
Birke	2,75	2,25	2	1,75
Eiche	2,5	2,75	3,3	2
Buche	0,25	—	—	—
Tanne	0,5	—	—	—
Lärche	3	3	2,8	3
Juniperus	12	10,25	11	4,25
Pinus (Latsche)	10	8,8	9,3	3
Ericales	2,5	2,75	2	0,5
Artemisia	1,75	2	1,3	0,25
Gramineae	6,75	7	5,8	—
Compositae	2	1,75	2	—
Galium	1	0,25	—	—
Varia	3,5	1,25	0,8	1,25
Peridiphyten	6	5,25	7,8	7,25

Bei den in Tabelle 1 angeführten Werten handelt es sich jeweils um Mittelwerte von 4 an verschiedenen Stellen entnommenen Proben.

Plinio ⁽²²⁹⁾ stesso ci aiuta a scoprire la funzionalità di taluni carboni:

«Il carbone (di quercia) ricavato dalla pianta giovane è il migliore» e «il carbone (di quercia) viene usato per il suo basso costo solo nelle fonderie di bronzo, dato che si spegne immediatamente se si smette di soffiare, e viene fatto ardere più volte».

Una precisazione importante che ci fa capire la necessità dell'uso dei mantici per una lega con un punto di fusione più basso dei minerali di rame.

⁽²²⁵⁾ STRABONE, XIV 6.5.

⁽²²⁶⁾ PREUSCHEN E., «Das urzeitliche Kupfer-Verhüttungsgebiet von Lavarone (Trentino)», in Der Anschnitt XVII fasc. 4-5 p. 12 Bochum 1965.

⁽²²⁷⁾ ZSCHOCKE K. PREUSCHEN E., «Das Urzeitliche Bergbauggebiet von Mühlbach-Bischofshofen», in Materialien zur Urgeschichte Österreichs VI. p. 178 Wien 1932.

⁽²²⁸⁾ SITTE-LÜZER E., «Neue pollenanalytische Untersuchungen aus dem Gebiet des Mitterberg Kupferbaues», p. 79 tab. 1 in Archäologia Austriaca Beheft 3 Wien 1958.

⁽²²⁹⁾ PLINIO N.H. lib. XVI 8,23.

Una domanda urge:
il carbone di legna venne realizzato con cata-
sta a piramide od in modo diverso?

Basta pensare al focolare a pozzetto im-
merso nel terreno accogliente un crogiolo
proposto da Aitchison ⁽²³⁰⁾ per comprendere
come l'uomo nella sua esperienza iniziale ab-
bia messo in atto la stessa scelta per produrre
carbone (fig. 252).

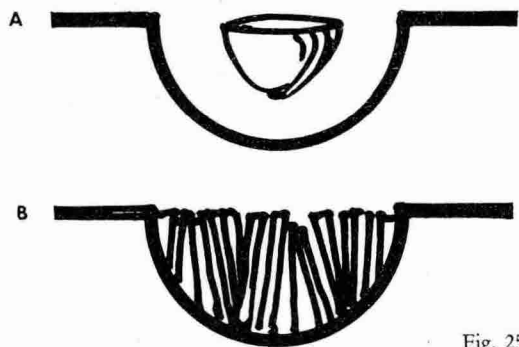


Fig. 252

Una buca di dimensioni maggiori entro
cui stivare una certa quantità di pezzi di le-
gna per realizzare, attraverso processi succes-
sivi, quella giusta quantità di carbone neces-
saria per un processo fusorio completo.

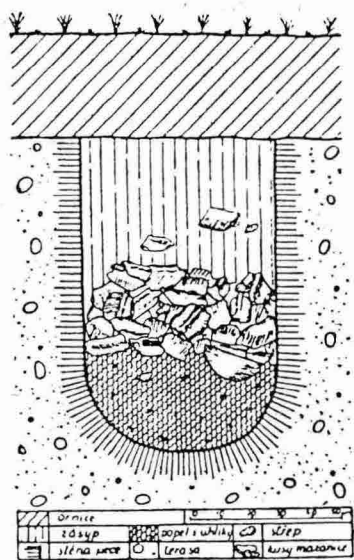


Fig. 253

⁽²³⁰⁾ AITCHISON L.A., «History of Metals», p. 195 fig.
88 London 1960.

Gli archeologi cecoslovacchi ci informano
della presenza nelle adiacenze di Praga di fos-
se cilindriche del diametro di 100 cm. pro-
fonde circa una volta e mezzo ⁽²³¹⁾ le cui pa-
reti interne presentavano un rivestimento
carbonioso di notevole spessore.
Inquadrabili in La Tène erano simili ad altre
rinvenute a Podbada ed a Bubenec (fig. 253)
e segnalate da Novotny ⁽²³²⁾.

Pure un'altra carbonaia a fossa si mise in
luce a Praga-Bubenec, nella cava Reiser
(301), con fondo a catino profonda m. 1,50
del diametro di 1 m. con dentro macine di
pietra (fig. 254).

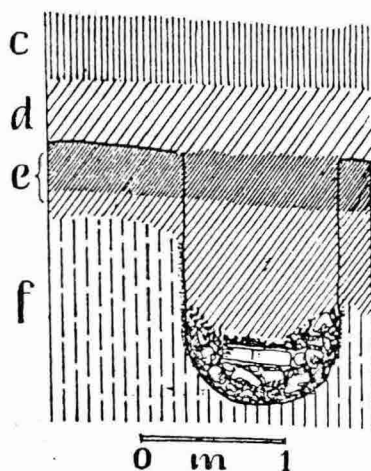


Fig. 254

Un'altra carbonaia a fossa di epoca roma-
na venne rintracciata a Potsdam Kellerberg
⁽²³³⁾. Fig. 255.

Plinio ⁽²³⁴⁾ ce le presenta ormai coniche
ed a cielo aperto:

«Si affastellano rami freschi in un mucchio

⁽²³¹⁾ PLEINER R., «Zaklady slovanského zelezaického
hutnictví v českých - Die Grundlagen des slawischen
Eisenhüttenwesens in böhmischen Ländern»,
fig. 8 Praha 1958. «Fondamenti dell'industria slava
del ferro sulla base di ritrovamenti in territorio boe-
mo», in Sibirium vol. VI p. 303 Varese 1961.

⁽²³²⁾ NOVOTNY B., «Hrob velmože z počátku doby
římské v Praze-Bubeneči», in Památky archeologické
n. 46 Praha 1955.

⁽²³³⁾ HOFFMANN R., «Vorgeschichtliche Kalhofs, Ei-
sensmelzen, Holzkohlegruben», in Mannus 33 p.
561-573 Würzburg. 1941.

⁽²³⁴⁾ PLINIO H.N. lib. XVI. 8.23.

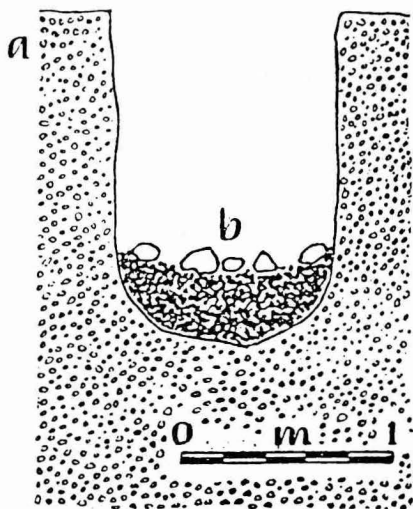


Fig. 255

cui si dà la forma di un cono, rivestito con argilla bagnata: poi dopo aver acceso un fuoco sotto la catasta si praticano dei fori con delle pertiche sulla copertura che man mano si indurisce e che può lasciar uscire fuori così l'umidità».

Schweinfurth ⁽²³⁵⁾ ed altri ci aiutano a capire, per l'Africa, questa duplice e contemporanea possibilità:

«Quanto alla fabbricazione del carbone, i Diuri e i Bongo sembrano assai poco esperti. Essi non sanno carbonizzare».

Essi accendevano pezzi di legno che appena rovesciati spegnevano con terra o acqua.

Secondo Last, nel 1883 i Waitumba accatastavano sul suolo pezzi di legna a forma di piramide cui davano fuoco. Al contrario, presso gli Urua e Fan (Africa equatoriale) e i Betschuana la preparazione del carbone di legna era realizzata con l'uso delle cataste ricoperte di terra ⁽²³⁶⁾.

Metodi per far carbonaie presso tribù a «livello Bronzo-Ferro» che inducono a pensare, legandoci all'esperienza cecoslovacca alla possibilità, in metallurgia preistorica, di due scelte contemporanee:

- 1) carbonaie a pozzo affondate in terra,
- 2) carbonaie sopra terra cupoliformi.

Biringuccio propone la costruzione di una carbonaia a pozzo in secolo XVI ⁽²³⁷⁾.

«Ancora in un altro modo si fa il carbone e in questo il più è quello che adoperano gli fabri in fare quel di scopo, ò di castagno, e è modo che il fa più duro, ma più minuto, e per far questo si fa in terra una fossa di diametro un braccio, e mezzo in circa, e cupa altrettanto empisi, anzi si fa ben colma di radici di scopo, ò di schiappe di castagno, ò d'altro legno, e in mezzo si lascia un vacuo dalla cima al fondo per applicarvi il fuoco, e il restante, che coperto di felci, ò di scope, e di poi di terra come v'hò detto di sopra, che si fa alle carbonare grandi, e così anco si procede in dar il fuoco, e anco smorzarlo».

Aggiunge pure un disegno (fig. 256).

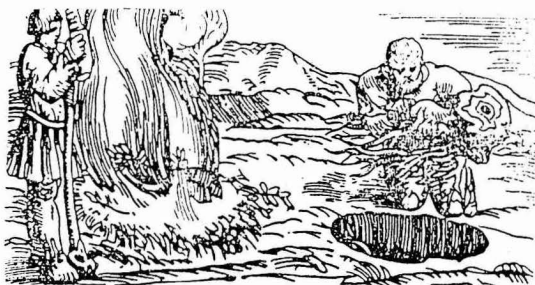


Fig. 256

Biringuccio parla di un carbone più duro, ma anche più minuto; una caratteristica questa richiesta dai forni fusori della preistoria dove il minerale finemente ridotto in grani o pezzettature doveva essere immerso in carbone di legna altrettanto sminuzzato o pezzettato.

Accettando in Bronzo l'idea di carbonaie a fossa queste ultime dovevano:

- 1) sistemarsi su un terreno orizzontale,
- 2) avere forma di pozzo con fondo a catino,
- 3) possedere cammino centrale e verticale,
- 4) presentare più piani di legni stivati verticalmente,
- 5) essere chiuse e regolate in modo da favorire una lenta distillazione.

⁽²³⁵⁾ SCHWEINFURTH G.A., «Nel cuore dell'Africa. Tre anni di viaggi ed avventure nelle regioni inesplorate dell'Africa Centrale (1868-1871)», p. 96 Milano 1875.

⁽²³⁶⁾ DU BOIS N., «Estrazione dei metalli dal principio

sino all'epoca presente», in Kraemer H., «L'uomo e i minerali», p. 233. Milano 1945.

⁽²³⁷⁾ «Pirotechnia del Signor Vannuccio Biringuccio Senese», lib. III. p. 232-233. Bologna 1678.

La figura 257 chiarisce il concetto.

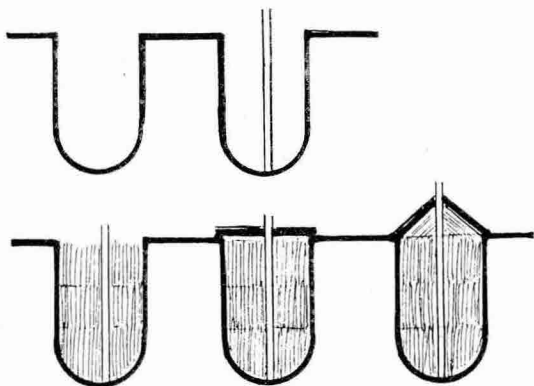


Fig. 257

Nel Trentino esiste una lunga serie di toponimi che ricordano i luoghi in cui si preparava il carbone, nelle vicinanze quasi sempre di località dove operavano forni per la lavorazione dei minerali. Toponimi che in gran parte sono consolidati anche da notizie storiche dal 1200 in poi:

«Carbonare, a Carbonara, campo della Carbonara, Prati del Carbone (Viezzena), Val delle Carbonare, Chierhof, Colleri, Keulwisen» ⁽²³⁸⁾.

Termini di luogo che aiutano ad individuare le operatività non solo dei carbonai, ma, in casi fortunati, a rintracciare le stesse attività messe in atto lì in preistoria.

Nel Trentino, durante le ricerche (1949-1978) nella Valle dei Mòcheni, in Valsugana, Sella di Valsugana, Altopiano di Lavarone, Tesino, Val del Vanoi, Bellamonte-Bedovina, si rintracciarono molte piazze di carbonaie, facili da individuare specie in primavera-estate per la aridità e mancanza di vegetazione, la presenza di minutissimi frammenti di carbone in superficie, la colorazione grigiastra del terreno.

Per quanto si scavasse se ne identificarono due sole a pozzo.

La prima fra Zento Grobe e Terrebis (Ro-

veda) sul bordo della moderna strada forestale e distrutta dalla stessa (fig. 258).

L'altra fra Predazzo e Bellamonte (fig. 259) lungo il rio Viezzena a quota 1302.

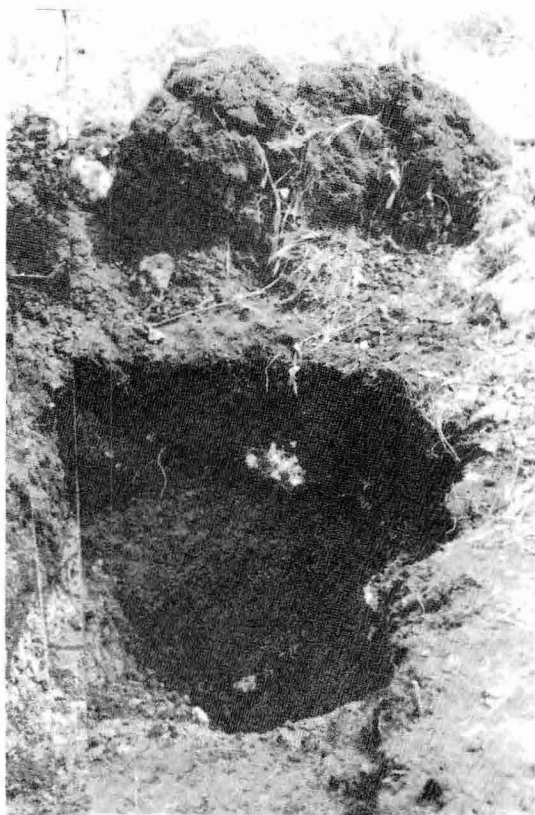


Fig. 258

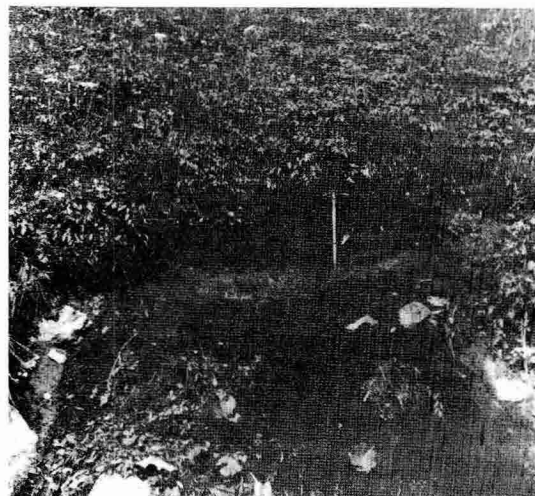


Fig. 259

⁽²³⁸⁾ LORENZI E., «Dizionario etimologico Tridentino», in Archivio per l'Alto Adige vol. 19,20,21,22. Sotto le voci specifiche. GLENO-LORENZI E., «Toponomastica Mòchena», p. 34, 57, 106, Trento 1930.

La prima, legata al Bronzo Finale, a quota 1460 m., distante dalla Kamaus m.1690 e da Terrebis 10 minuti a piedi.

La seconda, prossima ad un forno fusorio, legata all'Epoca Ferro, quasi fosse stata realizzata prima del forno stesso ⁽²³⁹⁾.

Nelle immediate adiacenze del pozzo da carbone rovedano, del diametro di m. 1,10 e profondo m. 1,20, si rintracciò il frammento di una incudinella tipica per colore e copertura dei licheni a quelle di Terrebis (fig. 260).

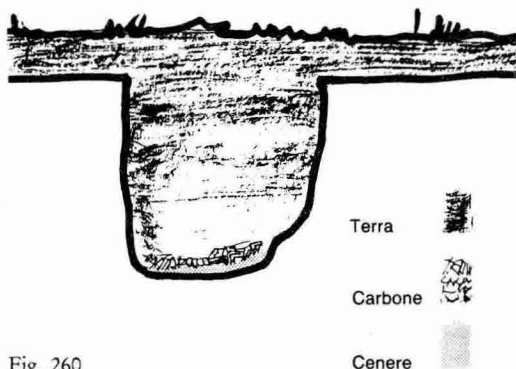


Fig. 260

Ma ciò che colpì di più fu la vastità del terreno circostante sterile; pieno di cenere, a forma di ellisse, frammisto di minutissimi frammenti di carbone che portò alla conclusione, non essendo stati trovati sul luogo altri pozzi di distillazione, che avesse potuto servire per ripetuti caricamenti (fig. 261).

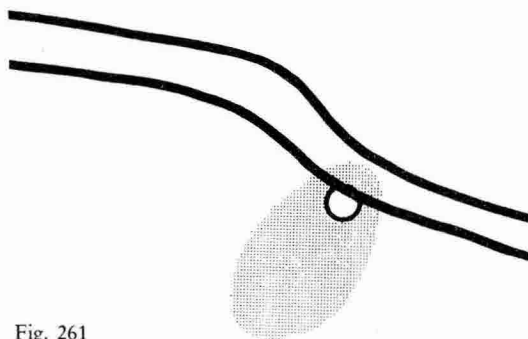


Fig. 261

A conferma, uno spesso strato parietale di carbone purissimo ed incrostato che ricordava gli spessori carboniosi formati sulle volte delle cucine servite da focolare aperto, rintracciabili dovunque nelle case alpine, e sulle pareti degli stessi mobili di legno da cucina esposti in continuazione al fumo (Stanze di fumo).

Uno strato nerissimo, lucidissimo quasi a ricordare l'aspetto fisico delle scorie sottili, ma fragile da spezzare.

Biringuccio ⁽²⁴⁰⁾ stigmatizza la scelta delle legne per un efficiente carbone:

«Per che tutte quelle operationi che hanno bisogno di fuochi lunghi vivi, e potenti, hanno bisogno di adoperare carbone fatto di legname vigoroso, e potente, e non legname gentile, perche non servirebbe, e così anco chi pur facesse carbone, o lo facesse di legname dolce, et essendo bisognoso di fuoco gagliardo, e forte, non servirebbe bene, e così adoperando il forte dove bisognasse il dolce...

Per il che bisogna havere le legne d'arbori al proposito stagionate, e secche, e non carbone; e per carbone forte si nomina quel di certi legnami di natura terrestre, come quel della quercia, del cerro, dell'eccio, dell'olmo, dell'eschio e altri simili arbori grandi, e duri. Ogni carbone come si vede, altro non è, che una propria sostanza lignea calda, e secca convertita mediante la virtù di quella introduzione che v'ha fatto il fuoco per haver dissecata maggior parte di quella humidità aerea, e vuotosa, e che ogni legno suole in se contenere.

Ancora che sia stato tenuto lungo tempo tagliato in luogo asciutto, ò al sole, ovvero in forno al caldo del fuoco per farlo secchissimo, e mai quello humore per sin che è legno non è trasmutato in cenere da esso si separa, e quello che fiammeggia, e che dà causa d'introdurvi, e mantenervi dentro il fuoco.»

Sottolinea inoltre che non solo è necessaria una «buona legna» nel fare il carbone (lib. III p. 228-229):

«... bisogna che sia ben fatto, e spesso del

⁽²³⁹⁾ ŠEBESTA G., «Interventi e repliche», in Convegno interdisciplinare «L'entità Ladina Dolomitica», p. 195, 197 Vigo di Fassa 1976.

⁽²⁴⁰⁾ Vedi 237 p. 219.

medesimo legname si vede più, e manco corto, ò fatto con un ordine, ò con un'altro, ò più con una sorte di terra, ò più con un'altra coperto, quando si cuoce far in esso grandissima differenza, e anco ci deve essere gran differenza se il legname è giovane, ò pur d'arbor vecchio, se gli è di legname schietto, ò pur nodoso, ò se gli è tagliato vivo, e vigoroso, e più a un tempo che ad un'altro, che se gli è fatto di secco, e d'asse morticino, e anco se si fa di legname verde, ò pur quando è secco, e bene stagionato, e ancora gran differenza se si fa di quelli arbori che nascono nelli monti elevati dove il sol habbi havuto circondandoli sopra di lor potere, da quelli che nascono nelle valli, ò nelli luoghi opachi, e paludosi.»

Ricordiamo che la materia fondamentale del legno è la cellulosa: un fitto di cellule o di cavità più o meno ampie di molte forme entro cui circolano soluzioni nutritive assorbite dal suolo (linfa ascendente) ed altre già elaborate dalle foglie (linfa discendente).

È questa cellulosa che è avvolta ed interrotta in tutti i sensi da una sostanza incrostante, la lignina, che costituisce la reale impalcatura della pianta.

Altre materie di natura minerale, costituenti l'impalcato stesso, dopo la combustione originano le ceneri, prive ormai di vitalità calorica; come il minerale di rame di fronte alla ganga.

È per il rapporto cellulosa-materia incrostante che la scienza del legno ha evidenziato tre categorie di legni⁽²⁴¹⁾.

Legni duri:

L'olmo (*ulmus campestris*).

Il carpino (*carpinus betulus*).

L'acero (*acer campestris*).

Il frassino (*fraxinus ornus*).

Il sorbo (*sorbus domestica*).

Il cratogo (*cratogeomys terminalis*).

Legni mezzo duri:

Il faggio (*phagus sylvatica*).

Il larice (*larix europea*).

Il pino silvestre (*pinus silvestris*).

La betulla (*betula alba*).

Il pino bianco (*pinus abies*).

Il pino giallo (*pinus picea*).

Il castano (*castanea vesca*).

L'alno (*alnus glutinosa*).

Il tiglio (*tillia europea*).

Legni dolci che qui non si trattano.

I carbonai della preistoria non presero certamente in considerazione i legni dolci, come il pioppo ed il salice.

Gli stessi legni, considerati in funzione della densità del loro stato verde, dettero i seguenti dati ⁽²⁴²⁾ (tav. II)

Densità dei legni da combustione.

Nome dei legni	Densità secondo Hartig		Densità secondo	
	Legno		Werneck	Winkler
	verde	secco	Legno completamente secco	
Quercia verde ..	1.0754	0.7075	0.6441	0.663
Olmo	0.9476	0.5474	0.5788	0.518
Carpino	0.9452	0.7695	—	0.693
Acero	0.9036	0.6592	0.5779	0.618
Frassino	0.9036	0.6440	0.6337	0.619
Sorbo	0.8993	0.4716	—	0.552
Cratogo	0.8633	0.5001	—	0.549
Faggio	0.9822	0.5907	0.5422	0.560
Larice	0.9205	0.4735	—	0.441
Pino bianco ...	0.8941	0.5910	0.4303	0.493
Pino giallo ...	0.8699	0.5749	0.3838	0.434
Pino silvestre ..	0.9121	0.5502	0.4205	0.485
Betula	0.9012	0.5550	0.5699	0.598
Castagno	0.8614	0.4390	—	—
Alno	0.8571	0.3656	—	0.443
Tiglio	0.8170	0.4302	0.3480	0.431
Pioppo bianco ..	0.9859	0.4870	0.4464	0.457
Pioppo nero ...	0.7795	0.3931	—	0.346
Pioppo (tremulo)	0.7654	0.4302	—	0.418
Pioppo italico ..	0.7634	0.3931	0.4402	—
Salice	0.7155	0.5289	—	0.501

Gli esperti fornirono altri dati, spiegando che tutti i legni appena atterrati contenevano una quantità d'acqua relativamente alta per cui sarebbe stato impossibile il loro uso immediato.

Solo dopo una lunga esposizione all'aria

⁽²⁴¹⁾ «Enciclopedia delle Arti e Industrie» compilata da M. RAFFAELE PARETO, Torino 1878, vol. II, voce combustibili p. 752.

⁽²⁴²⁾ Come sopra p. 752. Tabella densità dei legni da combustione.

ed al sole diventavano secchi. Shübler e Neuffer compilarono la tavola III. ⁽²⁴³⁾

Acqua igroscopica.

Nome del legno	Acqua %
Quercia (<i>quercus robur</i>)	34.7
Olmo	41.5
Frassino	28.7
Acerò	27.0
Sorbo	28.3
Betula	30.8
Abete	37.1
Pino silvestre	39.7
Alno	41.6
Tiglio	47.1
Larice	48.6
Ippocastano	38.2
Faggio	39.7
Pino giallo	45.2
Pioppo bianco	50.6
Pioppo nero	51.8
Pioppo italico	48.2
Pioppo tremulo	43.7
Salice	26.0

Lo stato di massima secchezza interessò, senza dubbio, i metallurghi del Bronzo per poter realizzare le temperature richieste dai minerali contenenti calcopirite e fahlerz (rame grigio).

Dinanzi alle difficoltà dovettero ricercare le soluzioni più idonee.

Nessuno dei fonditori sulle montagne austriache quanto trentine si trovò svantaggiato, perché trovò sia il legname più adatto, sia la quantità necessaria alle campagne fusorie stagionali.

Così per questi due prodotti, minerale e combustibile, si insediarono sulle montagne anche a quote elevate dove scoprirono il primo ed ebbero a disposizione l'altro, ma in prossimità anche di quelle piste preistoriche che dalle piazze di fusione portavano da una parte verso l'Austria, dall'altra verso il litorale veneto.

1) Si potrebbe, partendo dall'area produttrice di metallo-rame Cambrocoi-Passo della Regnana-Val Cadino, pensare alla direttrice Avisio-Viezzena-Longiarù-Valle Aurina con rifornimento rame da Auronzo sulla S. Candido-Lienz.

2) Passo della Regnana-Pampeago-Val d'Ega-Bolzano con le tre direttrici Val Sarentina-Vipiteno-Val Ridana-Brennero + Bolzano-Merano-Val Passiria + Merano-Val Venosta-Passo di Resia-Austria e Venosta Trafoi-Engadina. Percorsi sui quali, a sinistra ed a destra degli impianti orografici, si manifestarono nei secoli significative attività minerarie, che ci trasmettono pure testimonianze di attività metallurgiche preistoriche.

3) Partendo dalla linea Roveda-Vetriolo-Cinquevalli- Roncegno-Valle di Sella, la pista Malga Manasso-Altopiano di Lavarone-Luserna-Vicenza con variante Altopiano di Lavarone-Folgaria-Terragnolo-Pian delle Fugazze-Pasubio-Schio-Vicenza-Venezia e la pista trentina più meridionale Ala-Val Ronchi-Recoaro-Vicenza-Este-litorale venetico.

In ultima analisi, scelte metallurgiche in funzione:

- 1) del luogo estrattivo,
- 2) del combustibile,
- 3) delle piste incrociate di transito - commercio transalpino.

Il modo di realizzare le carbonaie proposto da Biringuccio ⁽²⁴⁴⁾ merita attenzione perché, capovolgendo i termini, aiuta a comprendere il funzionamento delle carbonaie a pozzo dell'Ultimo Bronzo.

«Per farlo si elegge un luogo comodo alle legne che per far tale effetto si son tagliate che sia piano, e se non è si facci, e se gli dà forma d'un' ara tonda, e nel mezzo si ficchi quattro perticoni in quattro, ò tre triangoli che facciano poco manco di mezzo braccio di vano, e così intorno a questi si van coprendo per ritto in circolo sopra a circolo di tutto il vostro legname tagliato, e di tocchi fatto echeggia a similitudine di una piramide tonda, ò pur d'un pagliaro come hà nome, e questo tal legname a volerne far buon carbone vorrebbe esser secco almanco di sei mesi, ò d'un'anno, e così via si và componendo con certi intervalli pezzo sopra a pezzo per fino che habbiate adattata la larghezza, e altezza di quanto volete che sia la carbonara, e per il mezzo sempre fra le pertiche si lascia vacuo fino da capo, e così fatto dalla parte di fuori

(243) Vedi nota 241, p. 753.

(244) Vedi nota 237, p. 230-231.

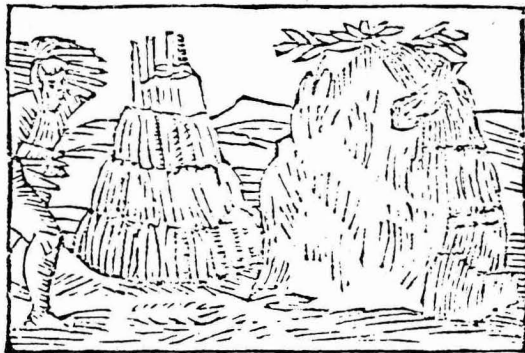
con foglie di felci, e con scope benissimo per tutto si cuopre, e di poi di sopra ad essa ancora di terra buona, e tenace così asciutta come si cava per fin da capo benissimo si rintonica, facendo tale intonicato grosso un palmo, ò poco manco, tutto bene acconcio, e ben serrato che non respiri, salvo là dove da capo si lascia dieci, ò dodici spiraculi per esalatori del fumo, e della humidità che la legna, e la terra contengono, e così fatto in fondo di quella buca che nel mezzo lasciate fra le pertiche si gitta del fuoco, e sopra vi si v'è mettendo certi secchiarelli di minuti rammetti, e foglie secche, e s'empie di queste fin da capo, ò per fin che crede che per tutto s'aprenda il fuoco, e di poi anco questo aperto di sopra con terra si tura, e solo aperto si lascia li spiraculi, e così a poco a poco in sei, ò otto giorni tutta la carbonara s'infuoca e v'è cuocendo.

Della quale come si vede agli spiraculi mancare, e fumi gagliardi, s'ha da credere ch'ella sia cotta, e all'ora con terra della medesima sorte si serra bene da capo, e d'attorno, e in ogni luogo che tutti li spiraculi niente respirare possino. Accioche immediate il fuoco che v'è dentro per trovarsi senza esalatione si soffochi, e smorzi, e così resta in carbone spento del tutto quel vostro legname convertito senza cenere, ò humidità alcuna, il quale, ancora che non voleste lasciare altrimenti freddare, e ne voleste havere all'ora infatto aprendolo, il trovereste spento».

Una descrizione fedelissima che nella scelta dei legnami si accosta alle informazioni suggerite dai tecnici del legno.

La fig. 262 (244) mostra la carbonaia del suo tempo.

Fig. 262



Alla distanza di oltre un secolo da Birinuccio un altro metallurgo, il marchese Marco Antonio della Fratta, descrive la messa in opera della carbonaia.

«Frattanto si prepara l'Ara, sopra della quale si deve costruire la Carbonara, il che si fa con l'uguagliare il terreno, ponendovi buona terra senza giara, ò sassi, e battendola ben bene si assoda, poscia nel mezzo si piantano quattro perticoni à livello della stessa terra, distanti in circa un piede l'uno dall'altro in modo, che formino un circolo, allhora si pigliano le legne tagliate, e si collocano intorno alli perticoni diritte in piedi facendone un circolo di quella grossezza, e ampiezza, che si vuole, sopra del quale se ne fa un altro nello stesso modo, mà un poco minore, accioche pigli la forma piramidale, e sopra del secondo il terzo circolo ancora, lasciando in quest'ultimo qualche poco di vacuo in qualche luogo acciò serva di respiro al fuoco; ciò fatto si piglia della terra senza giara, ò sassi, e s'intonica detta massa di legna alla grossezza di un palmo insino alla sommità, per la cui apertura poi si getta del fuoco, e sopra d'esso de bastoncelli sottili, e legna sottile, acciò che si appigli, e così si va continuando con gittarvi altra legna secca, à cui possa appigliarsi il fuoco, il quale si v'è introducendo nella massa della legna appiciandovisi, il che vedendosi riuscire, si riempie pure di legna tutto quel vacuo sin alla sommità, la quale pure finalmente si cuopre, e tura con terra nel modo per appunto, che si usò ne serrarla d'intorno, e così poi si lascia abbrugiare per fin à tanto, che per li spiracoli, ò respiri non esca fumo denso, mà fiamma chiara; nel qual caso si chiudono con terra anco li stessi respiri, accioche tutto il fuoco si soffochi, e resti spento affatto il carbone; nel che conviene haver cura, e assistenza, mentre alle volte per mala cura, s'accende di nuovo il fuoco, ritrovando qualche respiro, e abrugia tutta la carbonara: si lascia così dunque per quattro ò sei giorni, doppo di che si leva destramente la terra, e si cava il legname tutto ridotto in carbone».

Il messaggio non è dissimile dal precedente, ma aggiunge qualcosa come «non esca fumo denso, ma fiamma chiara» ed avverte che «operando male la carbonaia può bruciare tutta».

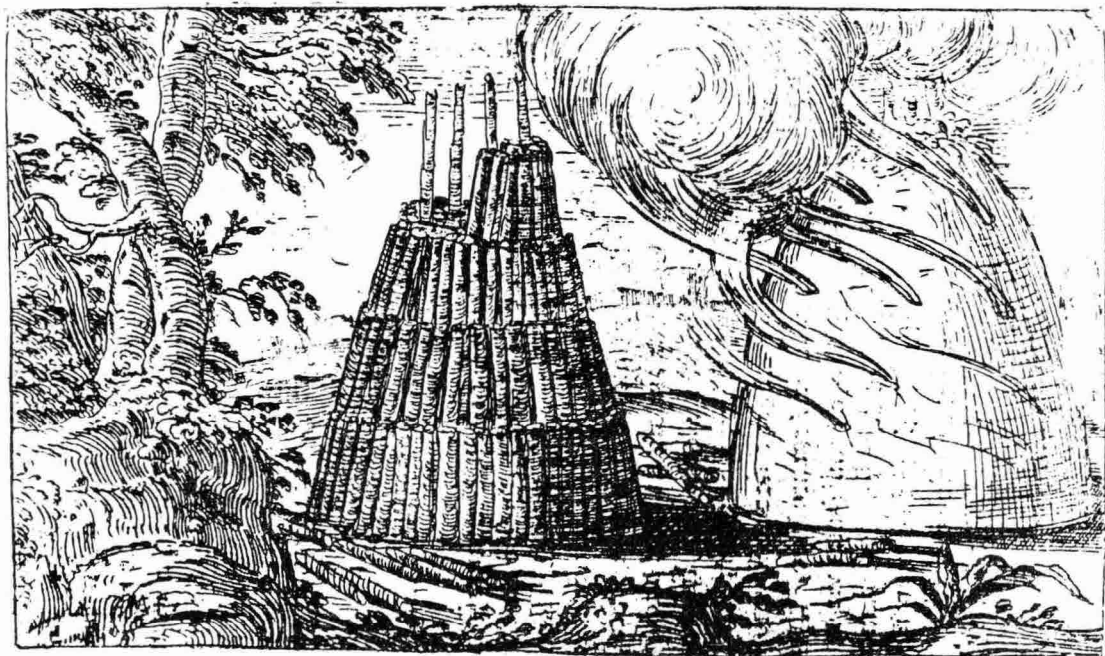


Fig. 263



Fig. 264

Presenta pure lui una tavola (fig. 263) che si accosta alla precedente ⁽²⁴⁶⁾.

Se si osserva la illustrazione 264 ⁽²⁴⁷⁾ quella ⁽²⁴⁸⁾ proposta dalle figure 265-266

e quella della Encyclopedie (fig. 267) si rintracciano sempre gli stessi elementi che chiariscono una continuità operativa ⁽²⁴⁹⁾.

Se si pensa alle piazzole di batterie di forni

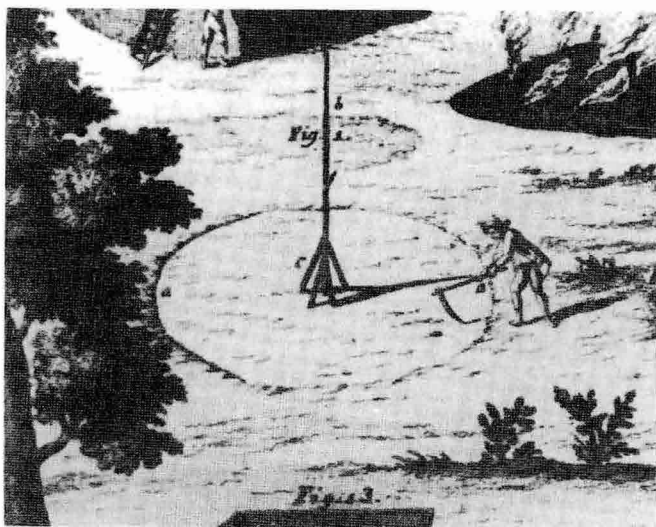


Fig. 265



Fig. 266

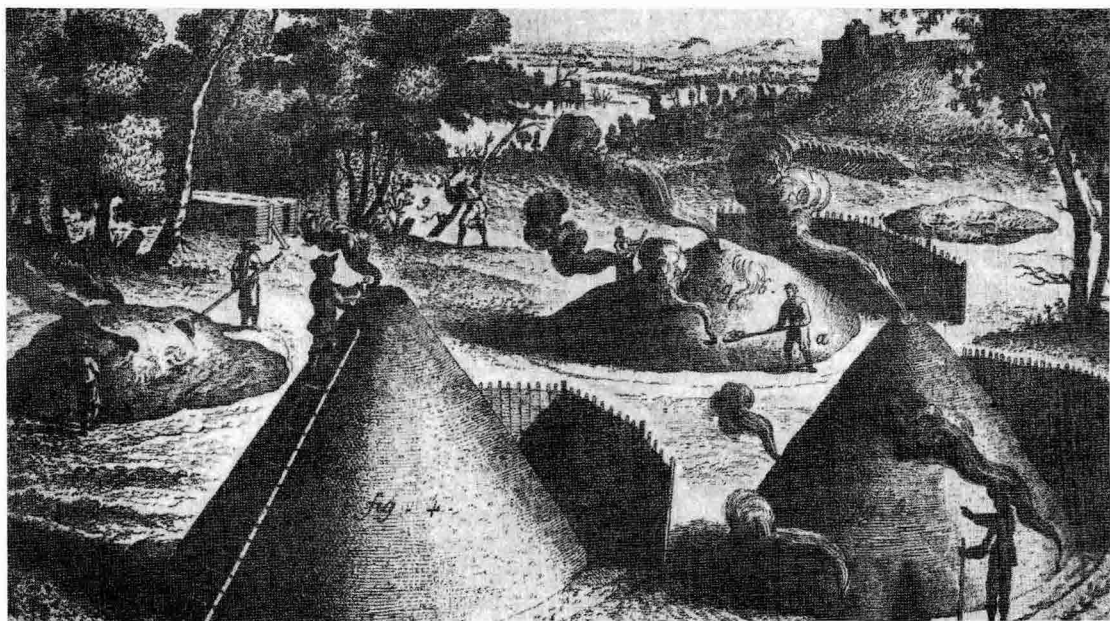


Fig. 267

⁽²⁴⁵⁾ *Pratica minerale*. Trattato del March. MARCO ANTONIO DELLA FRATTA et MONTALBANO Cap. XXVII p. 154-155 Bologna 1678.

⁽²⁴⁶⁾ Vedi 245 p. 157.

⁽²⁴⁷⁾ Libro dei mestieri perduti. Parigi. Scuola delle Belle Arti.

⁽²⁴⁸⁾ DUHAMEL DU MONCEAU, «*Art de carbonier*», tav. V. Parigi 1761.

⁽²⁴⁹⁾ DIDEROT-D'ALAMBERT. «*Encyclopédie*», Livorno 1770.

fusori sistemati in Ultimo Bronzo alla Regnana, a Luserna, a Cortaccia ed alle lunghe campagne fusorie stagionali, bisogna immaginare un numero notevole di esperti carbonai che garantissero il rifornimento di combustibile necessario ad ogni forno fusorio, considerando per lo stesso ripetute e seguenti fusioni-arrostimenti secondo lo schema di Witter.

Zschocke e Preuschen hanno calcolato il ruolo numerico dei carbonai in una intera campagna di scavo ⁽²⁵⁰⁾. 40 minatori contro 30 fonditori e 60 boscaioli-carbonai.

Un rapporto chiarissimo 1:2 3500 anni or sono, rapporto che in campagne estrattive si è mantenuto fino oltre il 1700.

Torna logico pensare che quei carbonai, per una razionale resa, lavorassero con ruoli differenziati:

- 1) boscaioli-abbattitori di alberi,
- 2) boscaioli sramatori,
- 3) costruttori di fosse a pozzo,
- 4) carbonai caricatori delle carbonaie, addetti all'accensione, al controllo della distillazione, allo spegnimento,
- 5) addetti al recupero del carbone e trasporto.

Osservando le nostre vallate, considerando l'altitudine a cui operarono i forni fusori, ricordando l'utilità della legna di pino (Plinio XIII.30.94), torna logico pensare che gli alberi venissero abbattuti prima delle nevicate, sramati e tagliati in pezzature che, opportunamente accatastate e difese con tettoie, venissero orientate a mezzogiorno perché il sole le seccasse.

Legne trasformate in carbone fra il luglio e l'agosto, incentivando poi i processi fusori fra il settembre, l'ottobre e il novembre.

La certezza della utilizzazione dei soli rami è convalidata dal fatto che nelle aree specifiche delle carbonaie e dei forni vennero trovati, fra lo sfasciume generale del carbone, pezzi di carbone di rami oscillanti in diametro fra 3-4,5 cm. (fig. 268).

Per comprendere l'esatta funzione del camino di una carbonaia a Giazza (Lessini) un



Fig. 268

vecchio fabbro ferraio realizzò una carbonaia convenzionale (1972).

In un'area piana e libera tracciò una circonferenza di 3 m. (fig. 269).

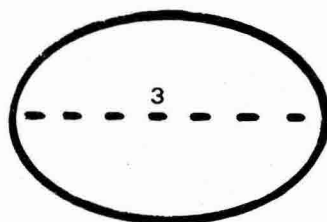


Fig. 269

Al centro ed alla distanza fra loro di 25 cm. piantò quattro paletti del diametro di 6 cm. alti m. 1,80, distribuiti a formare un quadrato (fig. 270).

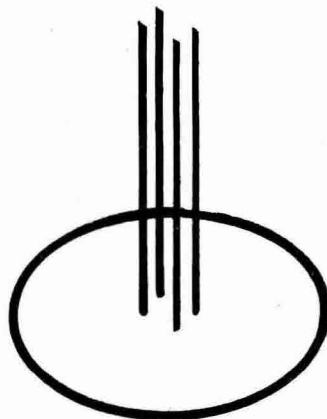


Fig. 270

⁽²⁵⁰⁾ ŠEBESTA G., «La via del rame», fasc. 1 p. 115 nota 20.

Li legò gli uni agli altri mediante quattro cerchi di nocciolo distribuiti ad eguali distanze (fig. 271).

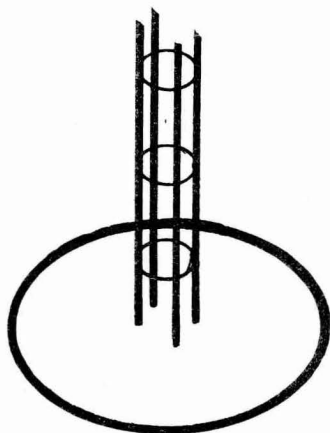


Fig. 271

In tal modo i quattro paletti, così consolidati, assumevano da una parte la scheletratura di un camino, dall'altra diventavano la tor-



A



Fig. 272

B

re di appoggio contro cui sarebbero stati appoggiati i legni a più piani destinati ad originare la forma di una catasta conica.

All'esterno dei quattro pali ed a terra il carbonaio sistemò quattro pezzi di legno a formare una base quadra (fig. 272 a-b). La spiegazione venne realizzata dallo stesso con un modellino ridotto.

Appoggiando a quest'ultima, tutt'intorno, dei legni corti realizzò un piano inclinato su cui poggiare, in senso crescente di lunghezza, (fig. 273 c-d) un primo piano di legni a forma di cerchio.



C



D

Fig. 273

Questa la disposizione dei legni e le successive collocazioni (fig. 274).

Stivando i legni a formare un primo piano e disponendo i più sottili all'esterno, la carbonaia cominciò ad alzarsi, con la precauzione che i legni più grossi fossero messi dal primo piano in su (fig. 275).

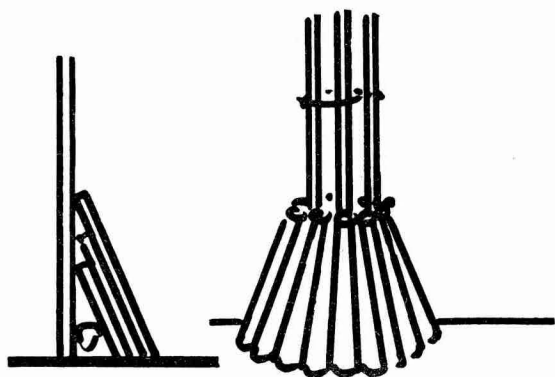


Fig. 274

La fig. 276 mostra la sistemazione finale della catasta (da una foto del 1936).

L'ultima operazione fu quella di coprire la catasta con uno strato di foglie e sopra lo stesso un'altro consistente di terra bagnata e di zolle, lasciando aperto però il camino entro cui introdurre il fuoco ed il combustibile fatto di «tia».

La figura 277 mostra la carbonaia in attività.

Alla base il fumo esce in modo consistente, per cui l'operatore, con badile e terra, ne chiude le fessure di uscita per ridurre al minimo la combustione interna.

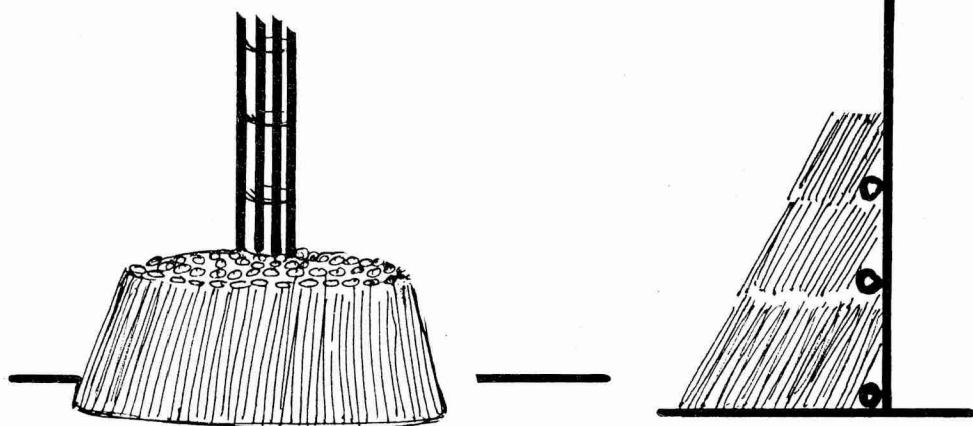


Fig. 275



Fig. 276



Fig. 277

Nella figura 278 pratica invece un foro per controllare se la distillazione è ultimata a quella quota.

Fig. 278



Nella figura 279 la distillazione sta completandosi al terzo livello ed è appunto dal colore del fumo, dalla quantità, dalla posizione che il carbonaio tira le sue conclusioni di sfiatare o coprire ancor più di terra.

Fig. 279



Escludendo il tempo impiegato per tagliare i rami in pezzature stabilite, i dati tecnici di questa operazione furono:

1) preparazione carbonaia	ore 15
2) distillazione completa	ore 120
3) faggio impiegato	ql. 10
4) carbone ricavato	ql. 2

Così venne chiarita la complessità dell'accatastamento, il tempo, non breve, del processo di distillazione, lo spreco di molto legname per ricavare solo il 20% di carbone.

Si scavò poi nel terreno una fossa del diametro di 1 m. e profonda m. 1,50.

All'interno ed al centro venne sistemata verticalmente la struttura di un camino, formata da quattro paletti lunghi quanto la profondità della fossa e distanti fra loro all'interno 10x10 cm. legati con 4 cerchi di noccioli (fig. 280).

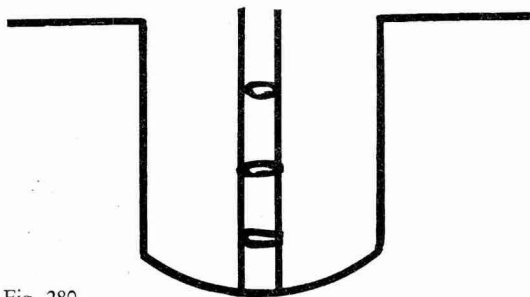


Fig. 280

Dentro il pozzo ed intorno al camino vennero infilati quei pezzi di legno destinati a completare un primo piano (fig. 281).



Fig. 281

Sopra un secondo piano (fig. 282), un terzo.



Fig. 282

Dopo aver disposto sopra dei legni orizzontalmente, la carbonaia venne sigillata con foglie e zolle di terra sovrapposte, lasciando aperto il foro del camino (fig. 283).

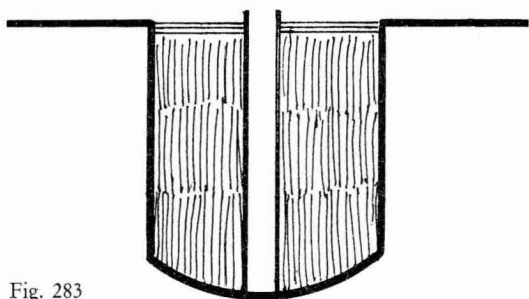


Fig. 283

Questa distillazione non avvenne perfettamente come la precedente. Vi furono difficoltà nell'accensione, tanto che si pensò ad altre ipotesi di accensione-distillazione immergendo alla periferia dei pali lunghi e grossi tali da realizzare due piccoli camini (fig. 284).

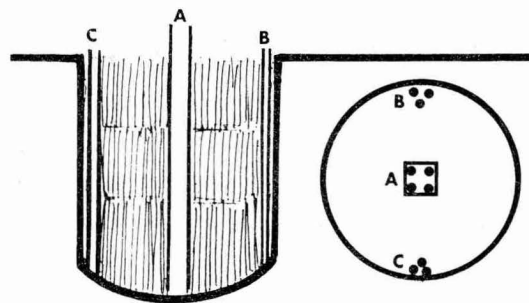


Fig. 284

L'accensione risultò migliore. Poi si riempì l'intero camino di nodi di ramaglia, ricoprendo la carbonaia con uno strato di foglie ed uno strato di terra sottile che si sarebbe ispessito a seconda della fuoriuscita del fumo (fig. 285).

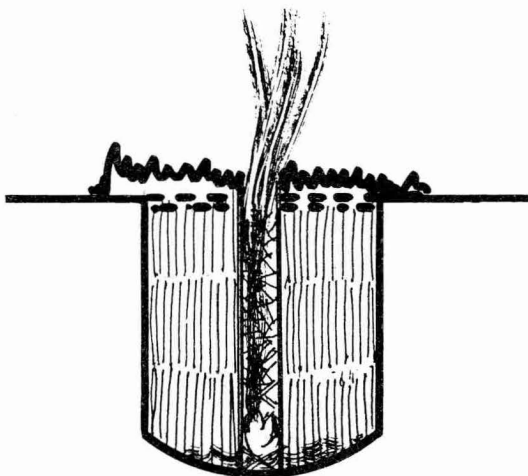


Fig. 285

I dati della carbonaia immersa:

1) scavo delle fossa	ore	6
2) sistemazione camino-stivaggio legna	ore	5
3) distillazione	ore	22
4) faggio impiegato	kg.	250
5) carbone ricavato	kg.	47
6) cenere nella fossa	kg.	1,5

Una resa senza dubbio più scadente, con maggior produzione di cenere per aver adottato i due camini laterali supplementari adatti ad assicurare una combustione che in fondo alla fossa avrebbe prodotto per buoni 20 cm. una completa combustione.

Senza dubbio in Ultimo Bronzo i carbonai regolarono la distillazione aumentando l'isolamento esterno con una maggiore o minore copertura di zolle.

In caso di soffocamento attivarono il camino od i camini osservando sia le caratteristiche della fiamma che dei fumi.

Per ogni 250 kg. di legna impiegata ottennero appena un quinto di carbone (kg. 47) che ridotto ad esiguo volume esprimeva elevato potere calorico.

Codesta energia concentrata, in Epoca Bronzo fu quella che permise la messa in opera di piccoli forni fusori entro cui attivare quelle temperature utili alla fusione.

Resta certo che il lavoro per produrre carbone di legna fu più lungo di quello dei fonditori, che necessitarono di notevoli scorte di carbone legate non solo al processo di prima fusione, ma ai successivi per giungere a quel rame in lingotti destinato alle fucine-fonderie.

Forse vale la pena aggiungere una notizia che, collegata al mondo dei minatori-fonditori, li eleva.

Teofrasto ⁽²⁵¹⁾ assicura che i carbonai e boscaioli della Macedonia, mentre cuocevano il carbone, porgevano sacrifici al nume della foresta.

Flash geo-mineralogico

Tutta una serie di studi specialistici sulle montagne sottese fra la Valle dei Mòcheni e la Valsugana chiarisce la frequenza di minerali contenenti rame.

G. Perna, curando i tre volumi «L'industria mineraria nel Trentino-Alto Adige - Supplemento di Economia Trentina vol.I 1964, vol.II 1965, vol.III 1970» raccoglie gli studi di C. Andreatta («L'origine dei giacimenti nel Permiano superiore del Trentino e influenza del manganese sulla metallizzazione a galena argentifera»), di Di Cotebaldo («Il giacimento a fluorite, blenda e galena di Vignola in Valsugana»), di G. Lattuga («La miniera di Vignola»), di P. Ometto - G. De-tomaso («Le mineralizzazioni filoniane a solfuri misti della zona di Pinè»), di G. Perna («Pirite e calcopirite»), offrendo un quadro chiaro di tali mineralizzazioni, rinforzato dagli «Atti del Symposium internazionale sui giacimenti minerari delle Alpi (11-18 settembre 1966) con i contributi di A. Barillari - P.G. Jobstreibizer - P. Ometto «Il giaci-

mento a piombo, zinco e rame di Cinque Valli» e di C. Morteani «Die Propylitisierung und P-T-Bedingungen der Vererzung der «Grünen Porphirite» der Valle di Fersina»...

Preuschen ⁽²⁵²⁾ fissa nel 1968, sempre sulla tematica «minerali di rame in preistoria», nella rivista *Der Anschnitt* n° 20 in appunti-cartine topografiche, una serie di località per il Trentino da lui esplorato con tracce di minerali di rame e con possibili luoghi fusori legati al Bronzo Finale.

Accenna a massi vulcanici con noduli di quarzo contenenti pirite e calcopirite (Val Cava), ad esigue velature di malachite ed azzurrite su venature di quarzo (Rio Prigeli), a filoni verticali di quarzo affioranti con potenze da 2 metri fino a pochi centimetri (Roveda), dove prevale sempre pirite e calcopirite.

La Catena Alpina, attraverso il suo movimento tettonico di costruzione, si modificò ininterrottamente passando dall'Ercinico all'Alpidico e Postalpidico.

Questi processi magmatici ricchi di elementi caldi generarono la spremitura di altri elementi, tra cui il vapor acqueo che circolando attraverso le fessure, a seconda delle varie temperature e pressioni sempre più basse, dette vita a taluni minerali pesanti come la blenda, la calcopirite, la galena e molti altri solfuri e solfosali di vari metalli. Un meccanismo ininterrotto e distanziato nel tempo che coinvolse pure la Valle dei Mòcheni e la Valsugana, dove la calcopirite fu probabilmente una protagonista recente.

Area estrattivo fusoria Larcha-Maso Terrebis-Sorgente della Casara-Cima di Mezzodi

Al di fuori delle molte zone rilevate nell'Alta Valle del Fersina-Valsugana-Lavarone ⁽²⁵³⁾, l'area che presenta diversificate testimo-

⁽²⁵¹⁾ TEOFRASTO IX.3.3.

⁽²⁵²⁾ PREUSCHEN E., «Bronzezeitlicher Kupfererzbergbau im Trentino», in *Der Anschnitt* 20 fasc. 1 p. 3-15 Bochum 1968.

PREUSCHEN E., *Estrazione mineraria dell'età del bronzo nel Trentino*, a cura di Dal Rì. Estratto da «Prei-

storia Alpina». Rendiconti della Società di Cultura Preistorica Tridentina vol. 9. Museo Tridentino di Scienze Naturali, Trento 1963.

⁽²⁵³⁾ PREUSCHEN E., «Bronzezeitlicher Kupfererzbergbau im Trentino», in *Der Anschnitt* n. 1, p. 3-15, Bochum 1968.

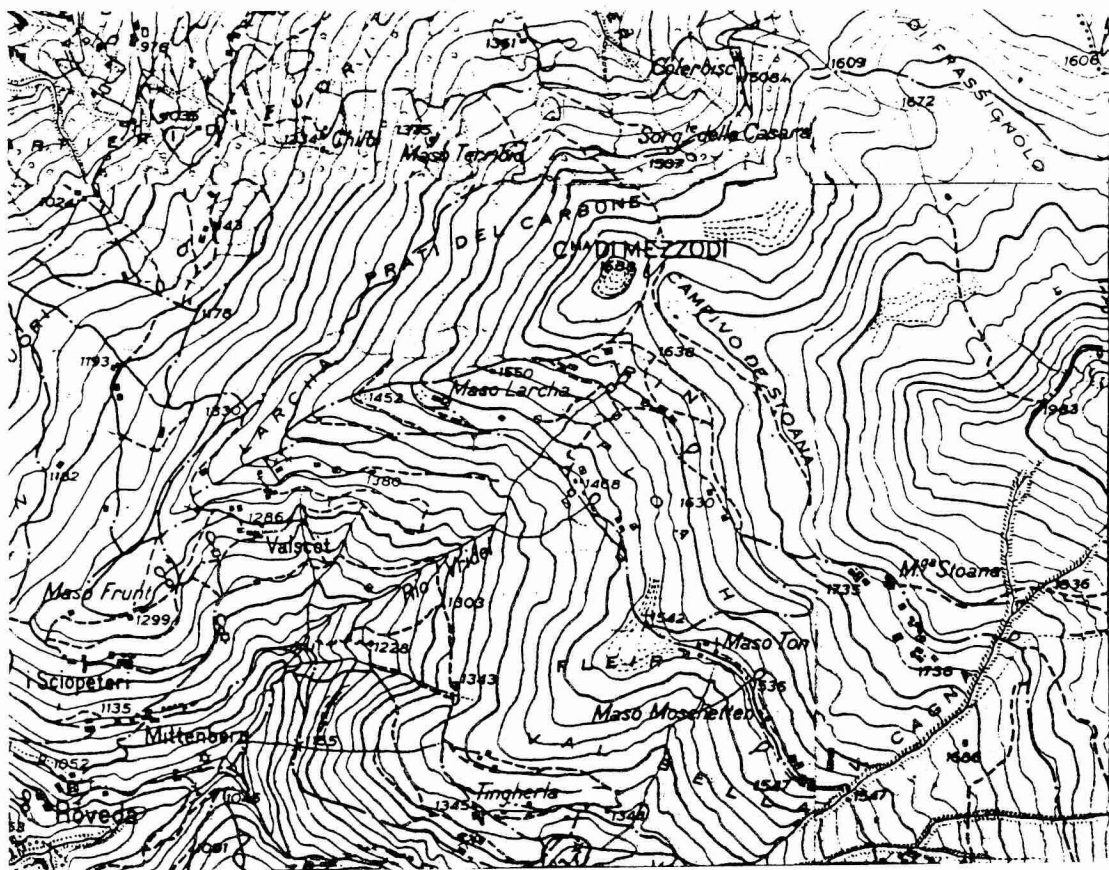


Fig. 286

nianze e reperti archeologici è la Larcha-Maso Terrebis-Sorgente della Casara-Cima di Mezzodi inclusa sulla Carta d'Italia al 25.000, Foglio 21, quadrante II° orientamento S.O. Levico ed il 21.II° N.O. Baselga di Piné. (fig. 286)

Quest'area, di ettari 76,5 (fig. 287), per l'importanza dei ritrovamenti e per la funzionalità degli stessi, venne suddivisa in zone segnate con numeri (fig. 288).

Entro questo territorio i metallurghi dell'Ultimo Bronzo misero in atto un intero ciclo produttivo, organizzandolo in località adatte a specifiche tecnologie.

A) In 1 sistemarono una carbonaia a pozzo.
B) In 2 estrassero, probabilmente a cielo aperto, il minerale e lì si sovrapposero poi in profondità gli scavi settecenteschi ⁽²⁵⁴⁾.

⁽²⁵⁴⁾ A.S. TN. Libro Copiale n. 29 13 gennaio 1755, «due nuovamente scoperte miniere di Roveda e Fierozzo», Concessionari Bellati di Vicenza.

C) In 3, 4, 5 ridussero in farina il minerale arricchendolo col lavaggio.

D) In 5,6 piazzarono i forni fusori.

E) In 7 predisposero un grande deposito di scorie lisce e tetraedrite frantumate, una parte a grandezza di chicchi di granoturco e l'altra di nocciole.

Zento Grobe

Partendo dalla Kamaus, a quota 1334 m., e seguendo la nuova strada forestale che introduce sulla fiancata montana a quote progressivamente crescenti verso il Rio della Casara, dopo 1200 m. si giunge alle «Zento Grobe», quota 1360 m. - 1460.

A valle della strada il terreno è tormentato da una successione serrata di fosse imbutiformi che presentano la loro discarica maggiore a valle.

Ma alcuni fattori potrebbero escluderlo.

1) Fra il 1100 - 1350 nel Trentino (scavi calisiani) si ricercarono solo minerali di argento, mentre le molte notizie storiche per la valle dei Mòcheni ci confermano estrazioni argentifere in cinquecento spostate verso il Lago Erdemolo ⁽²⁵⁵⁾.

2) Gli imbuto a Roveda presentano un colletto vistoso che li differenzia da quelli medievale privi di colletto (fig. 289).

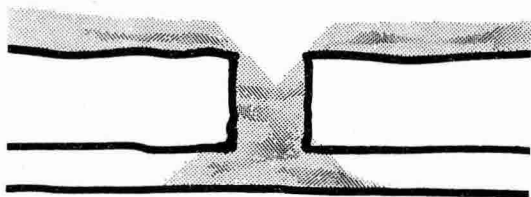


Fig. 289

La mappa al 5000 chiarisce la loro distribuzione (fig. 290).



Fig. 290

La fittezza degli imbuto affiancati e le linee di distribuzione propongono uno scavo destinato a seguire filoncelli poco distanti e quasi paralleli (fig. 291).

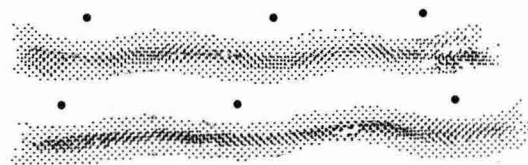


Fig. 291

FILONI

Bastava, individuato il filone emergente, sistemare dei minatori affidando loro una porzione in cui scavare fin dove era possibile in profondità, selezionare il materiale utile e e portarlo via.

Quello inservibile, dopo la cernita, veniva accatastato circolarmente intorno allo scavo, gettandone a valle la maggior parte (fig. 292).



Fig. 292

Le singole discariche, a destra e a sinistra, finivano per fondersi, formando una larga piazza di discarica che si estingueva in basso a merletto (fig. 293).



Fig. 293

Allo scopo di conoscere la sistemazione del materiale di scarto dell'imbuto-colletto-discarica venne realizzata una trincea, a livello di fondo imbuto, uscente a valle.

Il materiale aveva questa collocazione stratigrafica:

1) Feltro di aghi di larice 3 cm.

⁽²⁵⁵⁾ ŠEBESTA G., «*Miniere e minatori del Fersina*», in *Economia Trentina* n. 4, pp. 80-81, 89-9, 1965.

- 2) Materiale terroso fine e chiaro 5-6 cm.
- 3) Materiale terroso misto ciottoli 15-20 cm.
- 4) Blocchi di roccia a pagnotta schiacciata a scendere fino al piano inclinato del terreno vallivo (fig. 294).

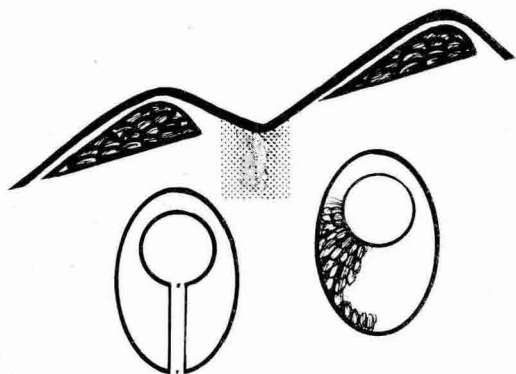


Fig. 294

Realizzando uno spaccato verticale fra due imbuti vicini, uno sopra l'altro, con rispettive scariche venne chiarito il seguente schema di sterro riempimento parziale successivo nella temporalità, considerando le distanze medie di 6 m. fra i due centri di imbuto e le profondità medie di m. 1-1,30 (fig. 295).

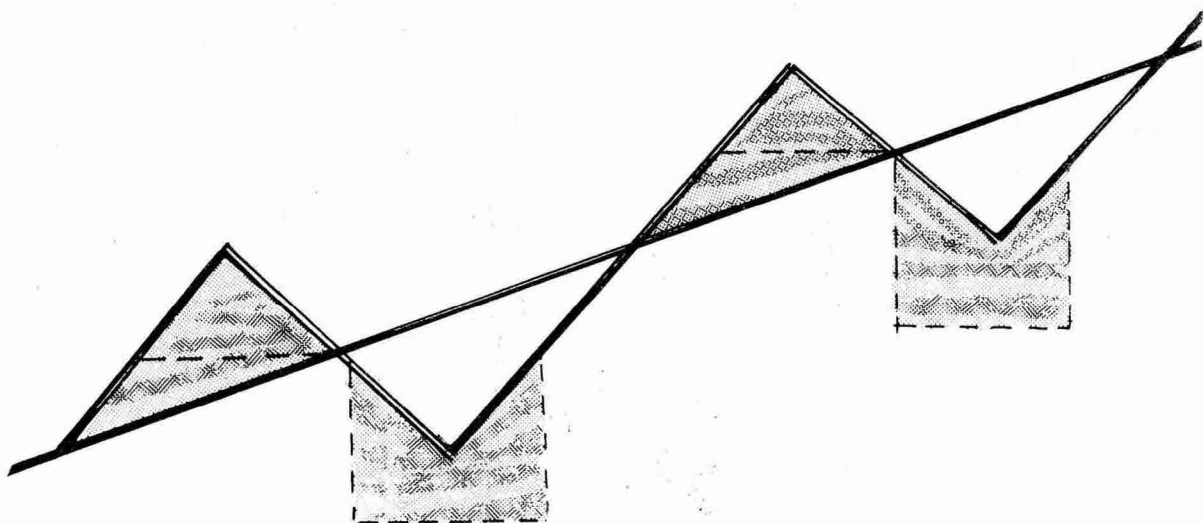


Fig. 295

Una nuova conferma a chiarire il numero elevato degli imbuti in rapporto al terreno, le esigue distanze che possono portarci a considerare soltanto scavi a cielo aperto poco profondi.

Evidenziano in senso di parallelità ed in senso ortogonale la disposizione dei centri degli imbuti a quota 1387 ed a quota 1392-1394 (fig. 296).



Fig. 296

I minatori a Roveda, se si tratta di scavatori preistorici, con le possibilità conoscitive

perfezionate da un esercizio secolare ⁽²⁵⁶⁾ avrebbero potuto aprire gallerie col fuoco in profondità, ma la vicinanza degli imbuto annulla questa possibilità.

La stessa degradazione ambientale in questi 3000 anni non ha modificato gran che il terreno se pensiamo alla testimonianza di Cinque Valli dove le stradicciole boschive sui pendii, erose dai dilavamenti, presentano sulle fiancate le scorie grezze a 15-20 cm. sotto il tappeto boschivo.

Abitazioni dei minatori

Nella stessa area estrattiva una depressione del terreno, alla distanza di m. 1250 dalla Kamaus ed a quota 1405, rivelò la presenza di murature che evidenziarono la forma di una abitazione, affiancata a sinistra e a destra da altre due. Quella sinistra in pianta rettangolare è m. 2,88x4,16.

Così si presentava il terreno (fig. 296-297).



Fig. 297

⁽²⁵⁶⁾ ZSCHOCKE K., PREUSCHEN E., «Das Urzeitliche Bergbauggebiet von Mühlbach-Bischofshofen», nota 15 fasc. 6. Materialien zur Urgeschichte Österreichs, p. 178, Wien 1932.

Spostati i sassi di notevole dimensione, dopo uno scavo profondo apparve la struttura muraria a secco di un monolocale in gran parte in blocchi di porfido (fig. 298).



Fig. 298

Due tempi di misurazione (fig. 299, 300).



Fig. 299

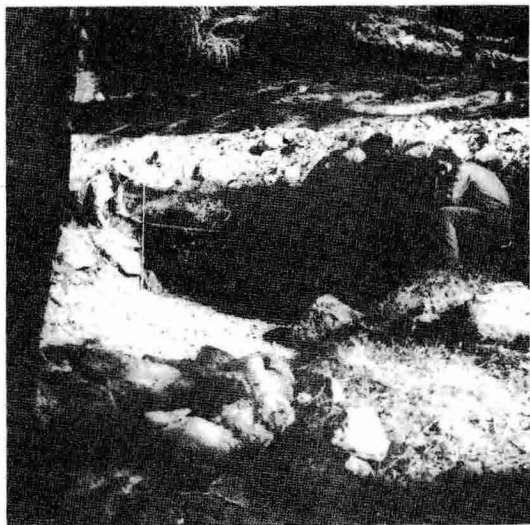


Fig. 300

Il monolocale misurava all'interno m. 3,90x3,20. L'entrata presentava una luce di 80 cm. Lo spessore del muro facente parte dell'entrata m. 1,10.

La pianta, nelle sue linee essenziali, ma ancor più nelle rudi strutture, si accosta alla casa messa in luce da Renato Perini sui Montesi di Serso ⁽²⁵⁷⁾ (fig. 301).

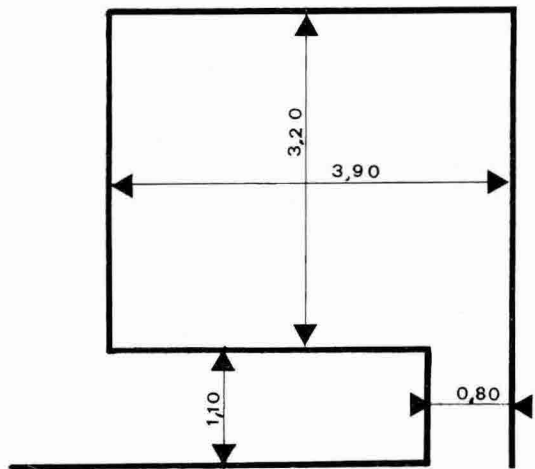


Fig. 301

⁽²⁵⁷⁾ PERINI RENATO, «2000 anni di vita sui Montesi di Serso», p. 53-67, Trento 1978.

PERINI RENATO, «Appunti per una definizione delle fasi della «Cultura Luco» sulla base delle recenti ricerche nel Trentino» in Studi Trentini di Scienze Storiche An. LV Sezione seconda n. 1 Trento 1976.

L'altezza maggiore era presentata dal muro a monte (h. 93 cm.), la minore dal muro opposto e frontale in cui si apriva la porta (h. 52 cm.).

Nessuna massiciata all'interno. Nell'angolo destro per chi entra dalla porta vennero rintracciati due frammenti di ceramica di un unico bordo (fig. 303) perfettamente combacianti. Misuravano cm. 7,8.



Fig. 302

L'orientamento del monolocale 90°N.E., la quota altimetrica 1395.

Carbonaia

Proseguendo per la strada forestale, alla distanza di m. 1690 dalla Kamaus ed a quota 1460 m., su uno slargo piano e privo di vegetazione, venne rintracciata la carbonaia a pozzo descritta a pp. 72-73 e successivamente distrutta dalla strada.

Località che la gente di Roveda chiama Colerbis toponimo che si attaglia pure ad un'altra area subito al di là della Sorgente della Casara.

La discarica di Terrebis

Proseguendo oltre, alla distanza di 1800 m. da Kamaus, a 46 m. dal bordo della strada, si scorge una lunga discarica distante 200 m. da Terrebishof. Il suo inizio a quota 1470.

Un tempo la si raggiungeva salendo direttamente da Frassilongo lungo la direttrice Erterli-Chilb-Terrebis.

Nella località segnalata succintamente da

Preuschen (²⁵⁸) si eseguirono accertamenti periodici (1971-1989).

L'area della discarica (fig. 303-304)



Fig. 303

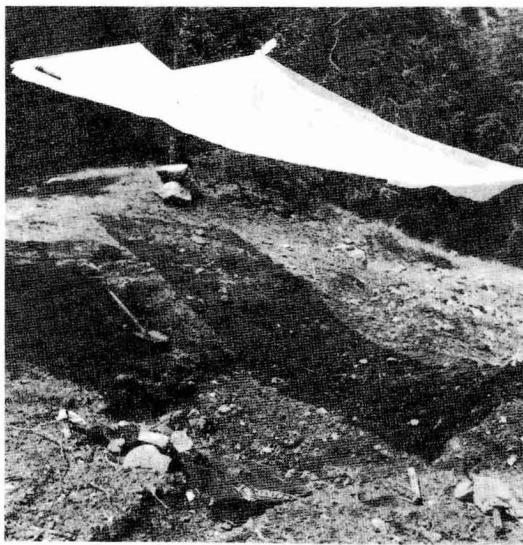


Fig. 304

venne picchettata con il sistema della triangolazione (fig. 305).

Si presentava come una enorme lingua protesa verso il basso su Maso Terrebis.

Formata da ganga e sabbia di scorie, era frammista a numerosi ciottoli di dimensioni differenziate, fra i quali alcuni chiarirono subito la loro funzionalità.

Sulla sommità della discarica e al di fuori della stessa a sinistra (guardando a valle), faceva mostra di sé un boschetto di latifoglie. A destra invece un boschetto di picee, frammiste ad alcuni larici, scendeva limitando la discarica assieme ad un declivio prativo-erboso. Una discarica lunga m. 79,9 con larghezze variabili fra m. 19,5-19, una strozzatura di m. 15 e riducentesi in fondo a punta con curva molto dolce.

Lungo l'intera superficie, durante la livellazione, si rintracciarono, senza bisogno di alcuno scavo, 15 incudinelle. In porfido viola, velate da una patina di licheni color giallo-bruno-arancione sulla faccia esposta alle intemperie, a forma discoide, presentavano l'ombelico di percussione sulla faccia superiore o su ambedue (306, 307)

(M.U.C.G.T.S.Michele all'Adige).

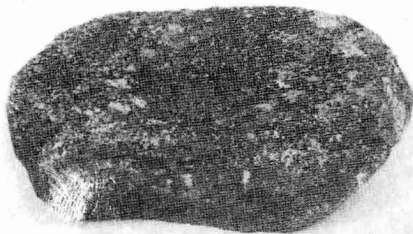


Fig. 305

Si rintracciano pure macinelli in porfido e granito, tali da essere afferrati comodamente con le due mani.

(²⁵⁸) PREUSCHEN E., «Bronzezeitlicher Kupfererzbergbau im Trentino», in Der Anschnitt 1 p. 6,7 Bochum 1968.



Fig. 307

Non si trovò alcun levigatoio.

Sulla sinistra (guardando verso Terrebis) della discarica la chiarissima traccia di un torrentello, con i suoi balzi ed i margini di una successione di pietre emergenti (fig. 308).

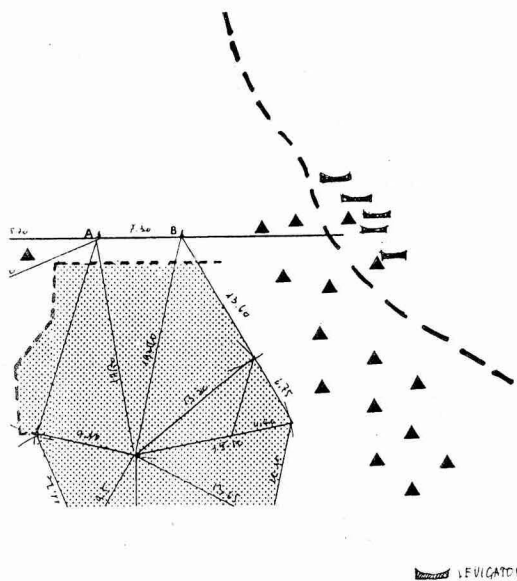


Fig. 308

Strappate alla terra e rivoltate si individuano fra queste 5 levigatoi, che chiarirono non solo l'attività di macinazione dei minerali, ma l'operazione di arricchimento legata all'utilizzo dei balzi d'acqua (fig. 309).



Fig. 309

La parte superiore della discarica, a margine di un terreno erboso-pascolivo, presentò in superficie 31 scorie rozze di prima fusione e 47 si rintracciarono fra le eriche ed il muschio del boschetto di destra e discendendo lungo il suo margine.

Sulla lingua si trovarono in pezzature minori.

Scavo

Era soltanto in cima alla discarica, là dove si presenta quasi sempre una gibbosità ortogonale alla stessa, che si sarebbero potuti trovare i resti di forni fusori.

Due metri al di sopra del limite della discarica, davanti a due larici distanti m. 7,30, vennero sistemati due picchetti A e B.

Quei larici sarebbero stati negli anni venturi i due «testimoni» inamovibili, ma il vento li abbatté nel 1983.

Essi si allineavano con un terzo albero C alla distanza di m. 15,70 (fig. 310).

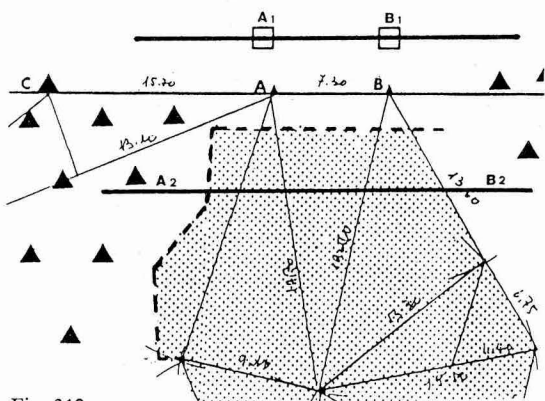


Fig. 310

Era su questo allineamento e parallelamente allo stesso, dove una sella appena accennata si trasformava a valle in una gobba ed oltre il colmo di quest'ultima, a distanze incluse fra 4-7 m., che si sarebbero potuti rintracciare i resti di eventuali forni convalidati dalla presenza di molte scorie grossolane (fig. 311).

Il limite estremo e superiore a monte della discarica cessava a m. 2,20 oltre la linea A-B.

Mediante lo scavo di due pozzetti di 70x70 cm. ed alla profondità di appena 15 cm. si rintracciò il limite costituito da sabbia di scorie a contatto del terreno naturale.

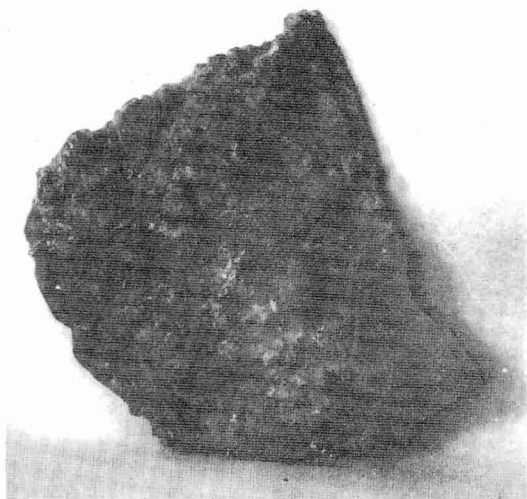


Fig. 311

Si passò quindi sulla gibbosità e sulla presumibile area dei forni fissando la linea A''-B'' operando oltre la stessa.

Fra le zolle superficiali strappate si rintracciarono scorie grezze, spugnose, sabbia di queste ultime e ganga.

Furono scelte le aree per lo scavo segnate 1,2,3 (fig. 312).

1: Terreno inclinato coperto di alberi, cespugliame, rododendri.

Misure m. 3x3.

2: Terreno leggermente inclinato privo di vegetazione.

Misure m. 3x3.

3: Terreno leggermente inclinato, arrotondato, privo di vegetazione.

Misure m. 3x3.

NB. L'unico larice esistente in 1 sulla destra, guardando a Terrebis, venne sradicato ad esaurimento scavo.

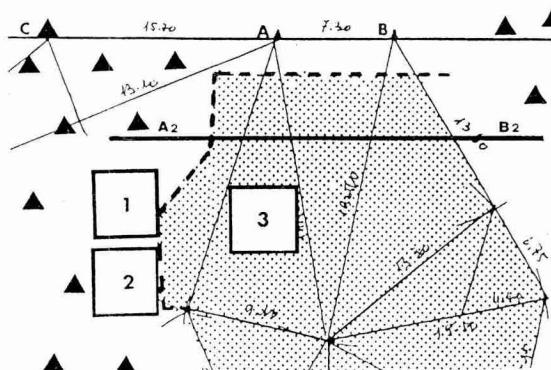


Fig. 312

In 1, dopo aver tagliato il fittissimo cespugliame di eriche, venne tolto un mantello di zolle e terra dello spessore di 7 cm..

Sotto queste ultime si rinvennero scorie rozze, bollose a forma di quarto di tondo con spessori oscillanti fra 5-7 cm. (fig. 313).

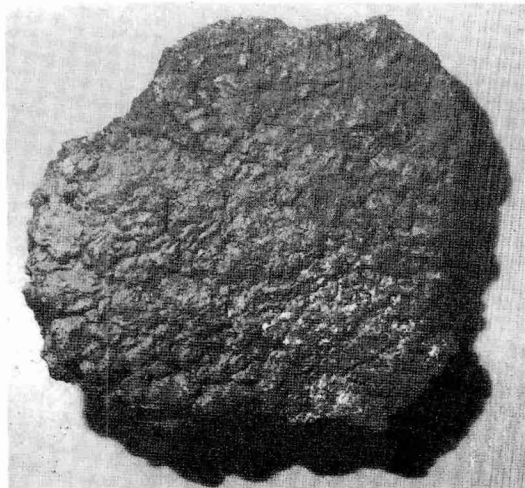


Fig. 313

Di color grigio-scuro, esposte al calore del sole, schiarivano tendendo al bruno-rossiccio (efflorescenza della ruggine).

Fra queste ultime, a consolidarle, sabbia di scorie mista a sfiorume di carbone e scorie lisce.

Sotto, sul terreno sempre inclinato a 10°, si presentarono i labbri di una serie di 6 conche su due file contenute in uno spazio di m. 1,62x1,46 (fig. 314).

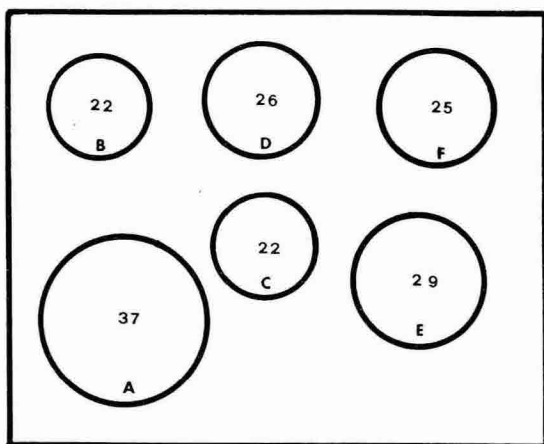


Fig. 314

Questi i diametri delle conche e le corrispondenti profondità:

Conca 1	diametro 25 cm.	profondità 12 cm.
Conca 2	diametro 26 cm.	profondità 13 cm.
Conca 3	diametro 30 cm.	profondità 15 cm.
Conca 4	diametro 30 cm.	profondità 15 cm.
Conca 5	diametro 21 cm.	profondità 11 cm.
Conca 6	diametro 29 cm.	profondità 15 cm.

In sezione longitudinale in rapporto al piano inclinato, presentavano i seguenti profili

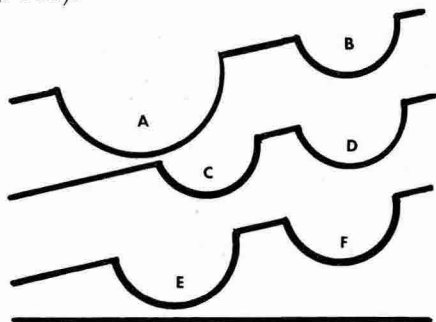


Fig. 315

Le conche, ricordano quelle dei magliari, erano formate da un primo rivestimento dello spessore di 20 mm. formato da un impasto di polvere di carbone ed argilla.

Sotto, un secondo strato di argilla naturale di 23 mm. color rosso-vermiglione per le alte temperature.

Questa argilla incollava le conche ad una massicciata a facce vive organizzata a pozzetti per dar luogo alle 6 cavità.

Uno strato di argilla intatta si saldava su un tappeto di scorie rozze solidali con sabbia di scorie al terreno naturale (fig. 316).

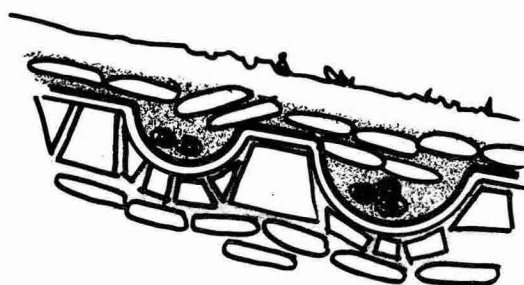


Fig. 316

Immerse nel carbone spappolato che riempiva l'intera conca si rinvennero:

1) Due o tre scorie rozze della grandezza di un'arancia rivestite da uno spesso mantello vetroso di color verde-azzurro intenso, quasi le temperature fossero state tali da portare alla viscosità che precede lo stato liquido (fig. 317, 318).



Fig. 317



Fig. 318

2) Abbondanti frammenti di carbone integro della grandezza di un uovo (fig. 319).



Fig. 319

3) Gocce vetrose color verde-azzurro con peduncolo tendenti quasi a staccarsi da una matrice che le guttava (fig. 320-321).

4) Qualche nodulo di quarzo, facilmente rintracciabile nelle rocce emergenti dopo Cento Grobe, e frammenti di selce.

La messa in atto di codesti catini, ravvicinati in uno spazio ben definito, propone certamente uno specifico processo metallurgico.

La massicciata a catini realizzata ad arte, la quantità del combustibile rintracciato anche al di fuori delle conche, il materiale dentro le stesse portano a due probabili ipotesi:

A) Un sistema di conche destinato a portare rosticci ricchi di rame a temperature tali da favorirne la espulsione in superficie



Fig. 320



Fig. 321

B) Un sistema a conche destinato a ridurre, mediante l'uso di fondenti (noduli di quarzo-selce), rosticci ricchi in rame assorbendo quest'ultimo nel mantello vetroso.

Di queste scorie nodulo-vetrose se ne rinvennero nella fonderia di Luserna non scavata da Preuschen.

Pure l'area 2 fu messa a nudo.

Liberata dal cespugliame di rododendri, decorticata dallo spesso tappeto di zolle terrose (cm. 7), presentò al di sotto lo stesso strato di scorie rozze, bollose, grandi e di notevole spessore (cm. 7-9).

Gli spazi fra le une e le altre erano colmati superiormente di terra, ma più sotto di farina di scorie.

Al di sotto, uno strato oscillante fra i 10-15 cm. di sabbia di scorie misto a tritumi di carbone seguito da uno straterello di 3 cm. di scorie lisce, piatte e sottili (cm. 1,50).

Uno straterello ancora di cenere con minutissimi frammenti di argilla cotta.

Nel quinto strato, tritumi di carbone frammisti ad abbondanti scorie lisce di III e IV fusione (fig. 322-323).



Fig. 322

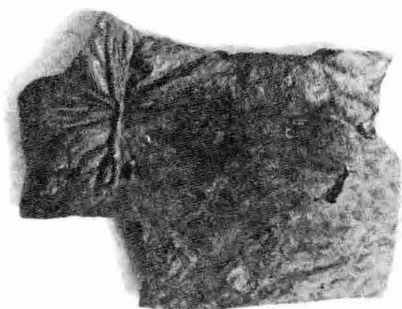


Fig. 323

Fra le stesse, appoggiate su un terreno argilloso, si rinvennero molti frammenti di cotto ad impasto omogeneo, sottili, leggeri, impregnati a volte di sali di rame color verde.

Consolidati al terreno due frammenti di ceramica di tipo più arcaico.

Stratificazione

- 1) Cespugliame, rododendri, zolle erbose,
- 2) scorie rozze immerse, terra e sabbia di scorie,
- 3) strato 10-15 cm. tritumi carbone + sabbia scorie,
- 4) straterello cenere mista argilla in frammenti minuti,
- 5) strato tritumi carbone e abbondanti scorie lisce nero-lucenti, sottili, raggrinzite a tela di latte.

Frammenti di ceramiche Bronzo Finale.

Questo il luogo dello scavo (fig. 324).

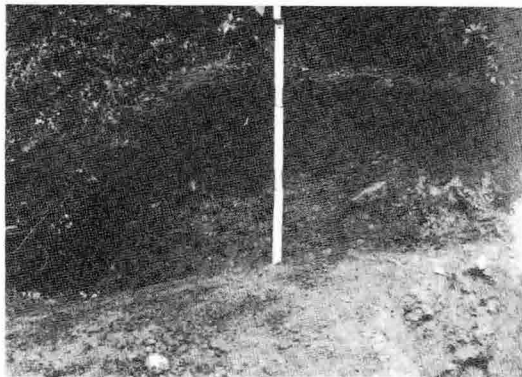


Fig. 324

e la sezione di lavoro (fig. 325).

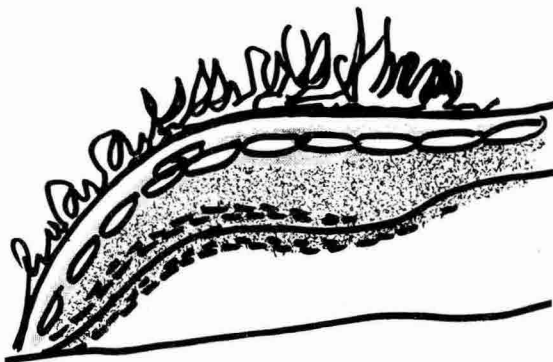


Fig. 325

Ceramiche a Terrebis

Lo scavo 2 della discarica di Terrebis restitui un centinaio di frammenti di ceramica che per la loro forma si possono considerare:

- 1) parti di recipiente di uso domestico,
- 2) parti di ugelli (tuyères),
- 3) parte di un «imboccatore» da forno.

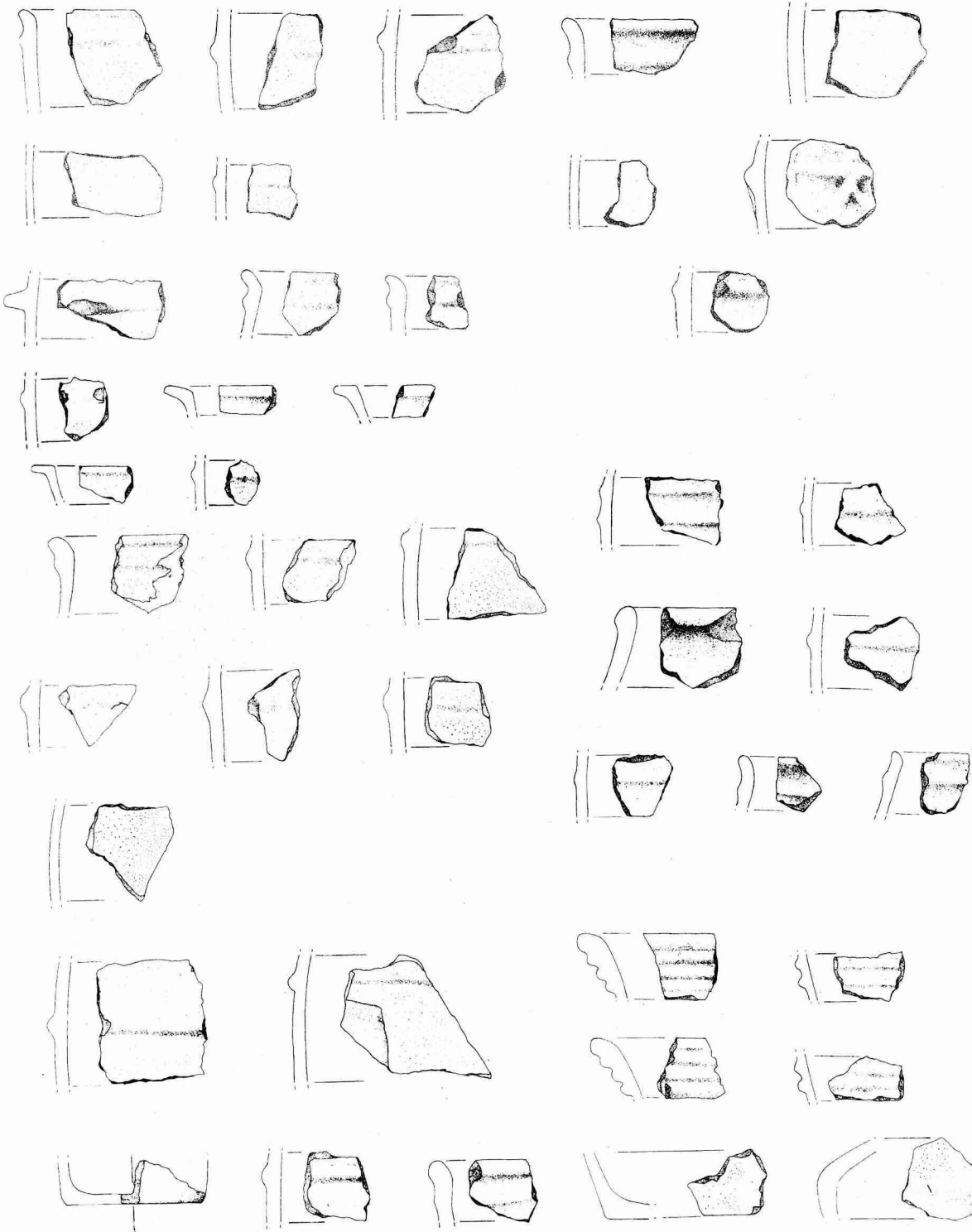
Frammenti con spessori oscillanti fra 4-9 mm..

Di impasto terra di Siena grigio, di grigio-nero all'interno rifiniti in argilla rossa sulla parete esterna ed interna del contenitore.

Impasti neri all'interno ed all'esterno, leg-

gerissimi e pieni di efflorescenze di netto color verde.

La tavola IV presenta i vari frammenti e le quote di 58 pezzi (Rapporto $\text{---} = 2 \text{ cm.}$).



Le figure 326 - 326-1, 327 - 327-1, quattro frammenti in grandezza naturale.

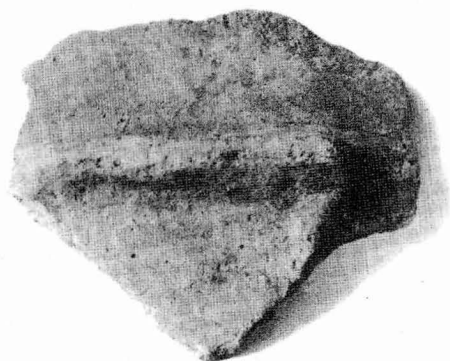
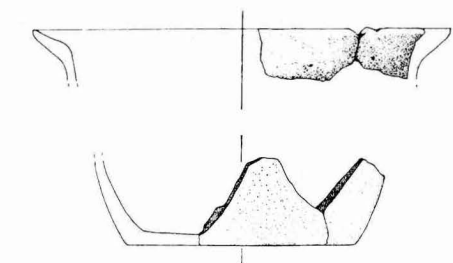
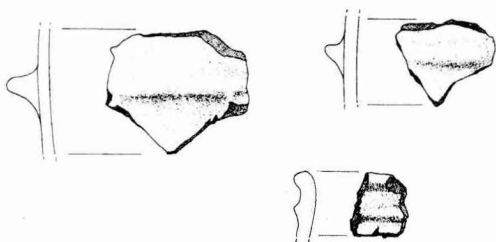
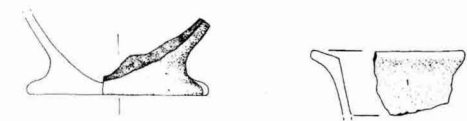


Fig. 326



Fig. 326-1

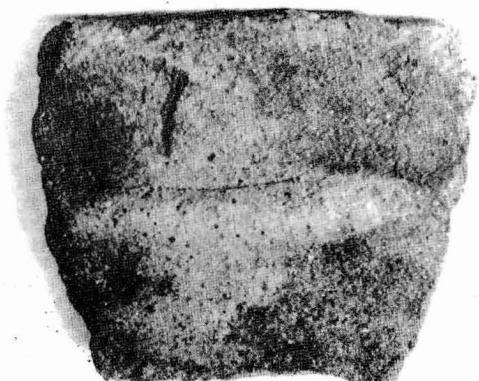


Fig. 327



Fig. 327-1

La figura 328 mostra il frammento di un possibile crogiolo. Esternamente è di color grigio cenere, ma l'impasto interno è nerissimo come se l'argilla fosse stata mescolata a molta polvere di carbone.

Un impasto che ricorda quello dei catini dei forni fusori.

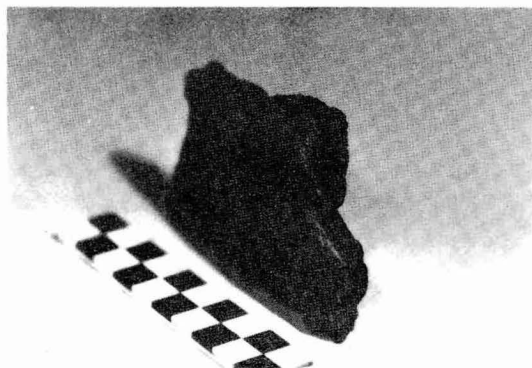


Fig. 328

A convalida di un eventuale frammento di crogiolo lo spessore di 9 mm. e la cordatura di 13 mm..

Le figure 329 e 330, le cordonature e labbra di vasellame che ricordano la ceramica di Serso, tipologicamente messa in rilievo da Renato Perini ⁽²⁵⁹⁾.



Fig. 329



Fig. 330

⁽²⁵⁹⁾ PERINI RENATO, «*Appunti per una definizione delle fasi della «Cultura Luco», sulla base delle recenti ricerche nel Trentino*», in Studi Trentini di Scienze Storiche, an. LV, sez. II n. 1 Trento 1976.

Il frammento di un fondo-parete (fig. 331)



Fig. 331

ed il piede di un vaso a bicchiere (fig. 332).

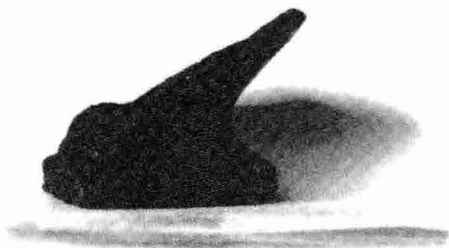


Fig. 332

Forse il frammento che colpì di più per il suo risvolto tecnologico è il seguente (fig. 333).



Fig. 333

Il frammento di una bocca di tuyérs che presenta nervature significative per disposizione e per quote:

- 1) quattro nervature ad anello di cui la prima formante il labbro,
- 2) quattro corrispondenti strozzature,
- 3) la curvatura del frammento in labbro propone chiaramente il diametro interno della tuyérs di 54 mm., l'esterno di 68 mm. (fig. 334).



Fig. 334

Le nervature ed il labbro presentano spessori di 9 mm., le strozzature di 6 (fig. 335).



Fig. 335

Nervature e strozzature ad anello utilizzate per adattarvi bocche di otri ⁽²⁶⁰⁾, assicu-

⁽²⁶⁰⁾ ŠEBESTA G., «La via del rame» II, in *Economia Trentina* 1 p. 82-85 Trento 1988.

randole poi con legacci affinché non vi fosse perdita d'aria durante l'iniezione nel forno fusorio (fig. 336).

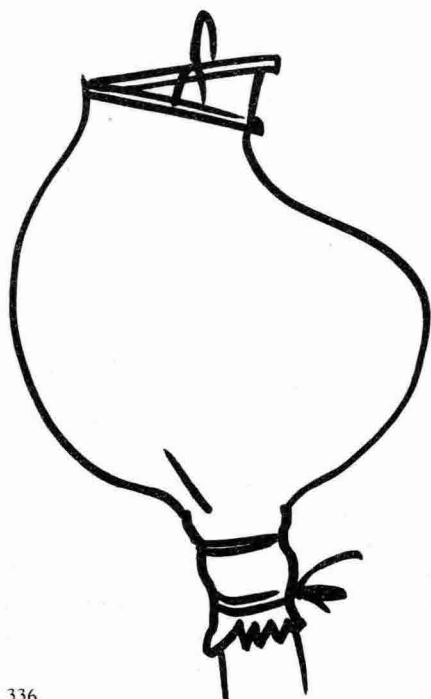


Fig. 336

Nello stesso luogo, mescolati assieme a minutissimi frammenti, vennero alla luce 23 pezzi di ceramica dello stesso impasto e colore, facenti parte di un probabile «imboccatore» conico da forno.

Quattro frammenti abbastanza grandi mostrano all'esterno nervature abbinata a due a due di rinforzo (fig. 337).

All'interno, l'argilla era tirata in senso ortogonale alle nervature esterne appaiate che presentavano spessori di 9 mm. contro i 5-6 mm. delle pareti (fig. 338).

Distanza delle doppie costolature

frammento 1	13 mm.
frammento 2	14 mm.
frammento 3	14 mm.
frammento 4	18 mm.

Doppie costolature leggermente divaricate a proporre un imbuto conico che per il



Fig. 337



Fig. 338

diametro esterno di 11 cm. avrebbe dovuto possedere 7 possibili copie di costolature (fig. 339).

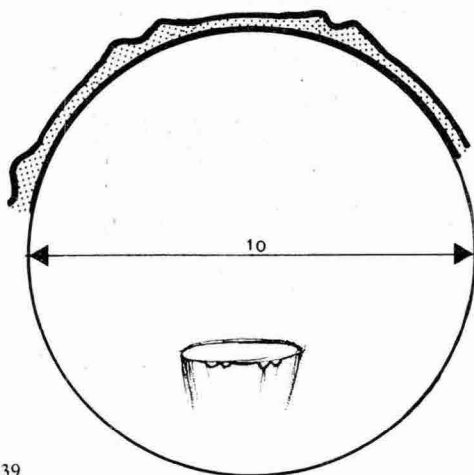


Fig. 339

Cotto a forma di imbuto destinato a ricevere gli ugelli dei due otri ⁽²⁶¹⁾ (fig. 340).



Fig. 340

Denti di bruto

Fra questi ultimi frammenti di ceramica si rintracciarono denti di caprino (fig. 341-342).



Fig. 341

Molari con sovrapposizione di sabbia di scorie fortemente calcificata.

Il secondo dente era pulitissimo, ma for-



Fig. 342

temente colorato in verde per la saturazione con sali di rame.

Denti caprini che potrebbero portare a pensare a sacrifici propiziatori davanti a forni fusori prima della loro messa in funzione, evidenziati, per analogia, dagli scritti di Mircea Eliade ⁽²⁶²⁾.

Nell'area di scavo 3, decorticata ed abbassata di 60 cm. sulla quota livello della discarica per i secolari dilavamenti con il solito pozzetto affondato nella sabbia di scorie, si raggiunge il piano inclinato del terreno naturale a 60 cm. di profondità (fig. 343).

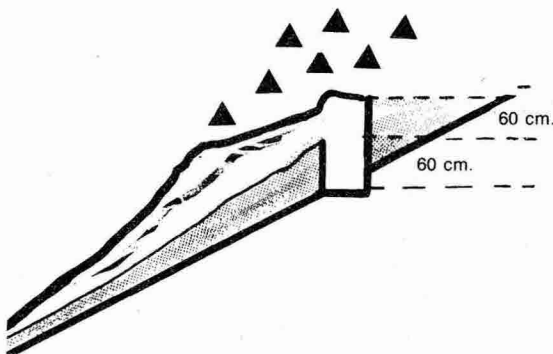


Fig. 343

Lateralmente al pozzetto si rintracciò nella discarica soltanto ganga.

Tutti questi accertamenti misero in luce la esistenza di una reale organizzazione di metallurghi a Terrebis, articolati per lavori specialistici.

⁽²⁶¹⁾ ŠEBESTA G., «La via del rame» II, in *Economia Trentina* 1 p. 85 fig. 170-174 Trento 1988.

⁽²⁶²⁾ ELIADE MIRCEA. «Arte del metallo ed alchimia». pp. 51, 65 (purezza dei forni), pp. 54, 64, 65 (sacrifici animali presso forni fusori). Torino 1980.

- 1) Trasporto del minerale a Terrebis.
- 2) Trasporto del carbone a Terrebis.
- 3) Frantumazione del minerale.
- 4) Messa in opera dei forni fusori e gestione.
- 5) Frantumazione scorie grezze e lisce in sabbia di scorie.
- 6) Processo di concentrazione rame in scorie.

I minerali di rame, le carbonaie, le roste erano decentrate da Terrebis (fig. 344).

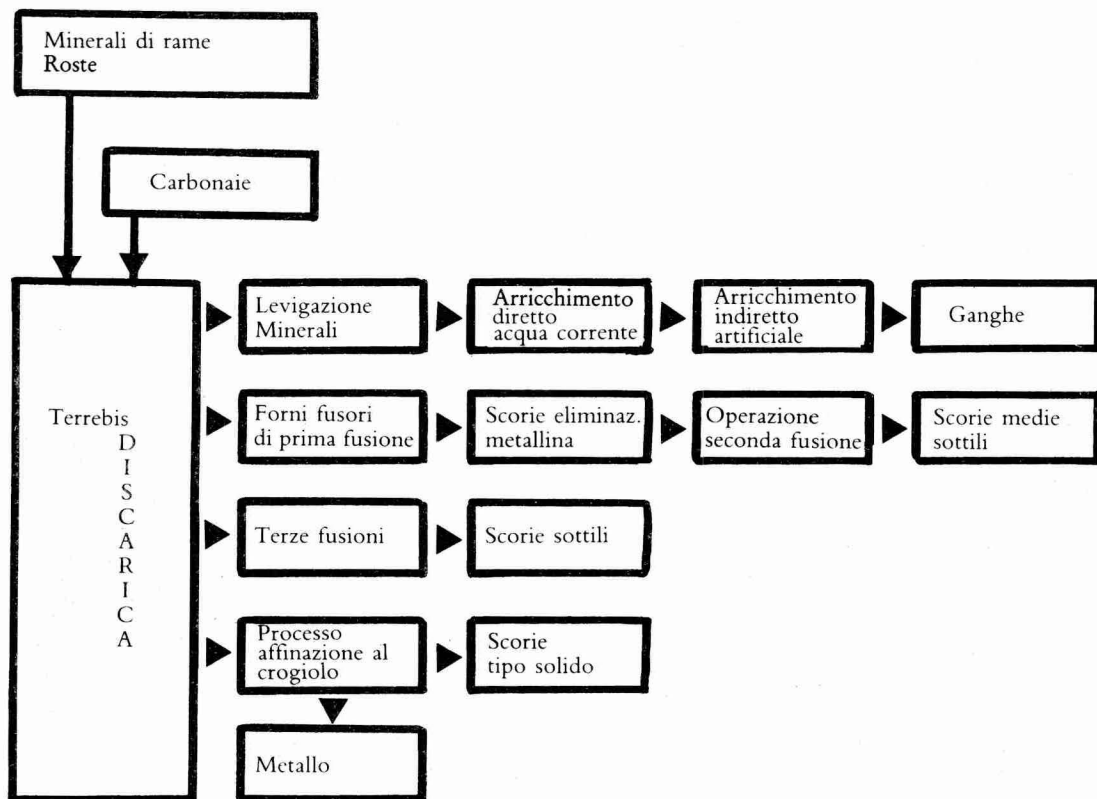


Fig. 344

Scorie

Le scorie di Terrebis si poterono raggruppare in:

- 1) scorie rozze e spugnose spessori 5-9 cm.,
- 2) scorie rozze e spugnose spessori 3-5 cm.,
- 3) scorie lisce e grosse spessori 3-11 mm.,
- 4) scorie lisce normali spessori 11-4 mm.,
- 5) scorie sottili spessori 1,5-2 mm..

A Terrebis, nello scavo 1 e 2 e nelle immediate adiacenze, anche in superficie, si rinvennero 86 scorie rozze di un quarto di disco.

Se un forno della batteria (computando tre forni per batteria) avesse messo in atto esclusivamente le prime fusioni, la sua gestione di caricamento, riduzione a metallina, scorificazione, scaricamento, raffreddamento, rimessa a regime avrebbe comportato circa 21 giorni di lavoro.

Ma si rinvennero frammenti di scorie rozze quantificabili in 2/3 delle prime che sommate portarono a 127 quarti che estendono la campagna fusoria circa a 30 giorni.

Tutto ciò reso possibile se gli altri due forni in contemporanea avessero realizzato le seconde, le terze fusioni e gli affinamenti in crogiolo negli stessi giorni.

Se il peso totale di queste scorie era di kg. 889, il peso della calcopirite messa in quel

forno in quel mese fu di kg. 2467 e la resa in metallo, considerando una calcopirite al 7%, di 172, 69 kg.

Una operazione antieconomica, considerando lo spreco di carbone, il tempo, il ricavato per giorno, ma giustificata dalle richieste di rame.

Ci si è chiesto se le esigenze estetiche della moda, artistiche (anelli, bracciali, braccialetti, collane, orecchini, fibule), religiose (ex voto, votivi), non avessero pesato in modo tale da superare lo scoglio dell'antieconomicità secondo il concetto: «pur che il bello viva».

Eim-Jeim-Terra Mora

Abbandonando la sommità della discarica, risalendo i 44,80 metri a raggiungere la strada forestale, si prosegue per m. 1200 giungendo a quota 1535 presso un torrentello che scende impetuoso dalla Sorgente della Casara.

Salendo le rive destra e sinistra, fin dai primi metri si rintracciano all'aperto e dentro la stessa acqua scorie rozze e spugnose che diradano alzandosi.

Scorie a quarto di disco e di notevole spessore che inducono a pensare all'esistenza di un centro fusorio.

Continuando nel sottobosco la salita a destra per un sentiero a zig-zag, si scorgono nella polvere (quota 1510 m.) scorie lisce di medio spessore.

Una ventina di metri sopra, a quota 1530, vennero recuperati con scavo due grandi levigatoi affondati per 50-60 cm.

Trasferiti su strada mediante slitta (fig. 344), si trovano ora a S. Michele all'Adige (M.U.C.G.T. Sezione metallurgia preistorica - 238).

Salendo ancora e spostandosi in direzione Cima di Mezzodì si entra in un pianoro con rari larici, tappezzato di muschio e piantine di mirtillo, che gli abitanti di Roveda chiamano Eim, Jeim o Terra Mora.

È sul sentiero che lo attraversa, a quota 1580 m., che una escrescenza a forma di pagnotta rotonda sulla sinistra si stacca nettamente dalla vegetazione per una sua copertu-



Fig. 345

ra di aghi di larice sopra cui non nasce alcun vegetale.

Al limite dell'escrescenza, verso Roveda, si rintracciò a cielo aperto un levigatoio con sella perfetta ⁽²³⁹⁾.

La mancanza di vegetazione e il levigatoio indussero a scavare una trincea trasversale alla pagnotta.

Collocando un testimone in A da questo si tirò una corda in B segnando il centro in C.

Ortogonalmente ad A-B ed in C si fissò D' ed E (fig. 345).

I due pozzetti praticati in D ed E segnalavano la presenza di materiale spezzettato ar-

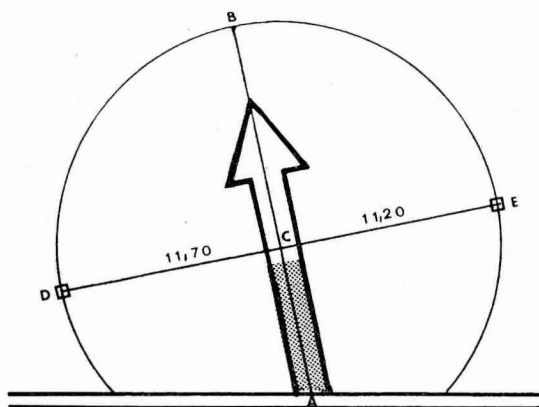


Fig. 346

tificialmente fino a m. 1,20 di profondità ed il tratto D-E risultò di m. 22,90 (11,70 + 11,20).

Partendo dal sentiero, secondo A-B, si iniziò lo scavo di una trincea larga 60 cm. con obiettivo B affondandola dal livello del sentiero 50 cm. (fig. 347).



Fig. 347

Lo scavo per una lunghezza di metri 5,60 presentò in stratigrafia:

- 1) un tappeto superficiale di aghi di larice di 8 mm.,
- 2) una velatura di terra di 15 mm.,
- 3) uno strato di 30 cm., crescente a 92 cm. a m. 5,66, di materiale granuloso dell'ordine di mm. 2x2x3 con velature di sali rameosi verdi (fig. 348),
- 4) uno strato crescente da 25 a 40 cm., a m. 5,60, di granuli neri, durissimi, con facce nette della grandezza di una nocciolina (fig. 349),
- 5) uno strato di 30-40 cm. come in 2), ma così consolidato da doverlo rompere con il piccone,
- 6) a diretto contatto con il 5 molte scorie lisce e medie con bordi rialzati ed arrotondati.

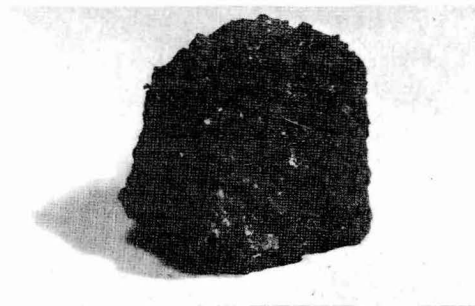


Fig. 348

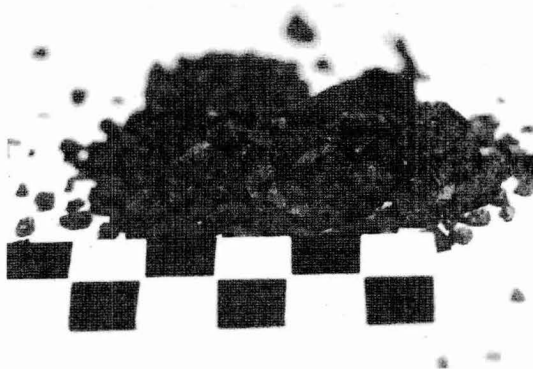


Fig. 349

Nello strato 6, ricco di scorie, tre frammenti lisci con bordo arrotondato vennero accostati perfettamente permettendo così di determinare il diametro interno del crogiolo di affinamento (fig. 350).

Durante lo scavo in trincea a m. 4,75 da A ed a 30 cm. di profondità si rintracciò un tronco di legno lungo m. 1,16 e del diametro di 10 cm. in fase di disfacimento.

Fra lo strato 3 e 4 a m. 3,40 una incudine e la metà di un mazzuolo sferico (fig. 351).

In 5, alla distanza di m. 2,70 da A, alla profondità di m. 1,40 venne alla luce il levigatoio rettangolare di cm. 70x40, 5 già descritto ed altri due frammenti di un secondo alla stessa quota ⁽²⁶³⁾, ma distanti da A m. 3,20. Accanto al levigatoio un palo sagomato ^(?).

A metri 1,40, fra m. 4 e m. 5, un tronco di legno della stessa natura e diametro del precedente.

⁽²⁶³⁾ SEBESTA G., «La via del rame», in *Economia Trentina* n. 1 1988 p. 46-47-48 fig. 49-53-54.

⁽²⁶⁴⁾ Come sopra p. 48 fig. 54-55.

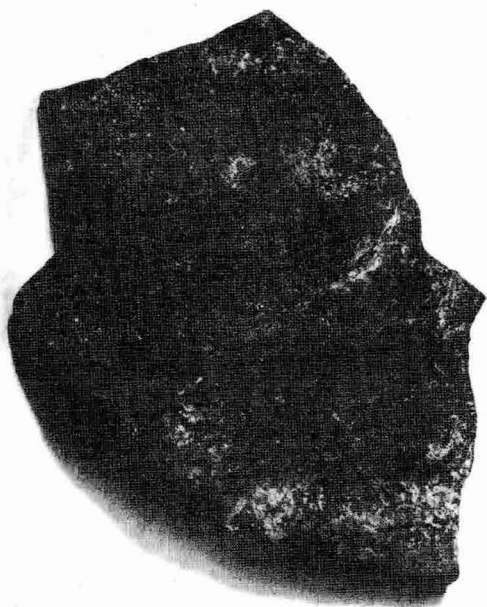


Fig. 350



Fig. 351



Fig. 352

Fra 4,50 e 5,60, della larghezza della trincea e sconfinante ai due lati, uno strato sottile di foglie (fig. 352).

Questa è la sezione stratigrafica (fig. 353).

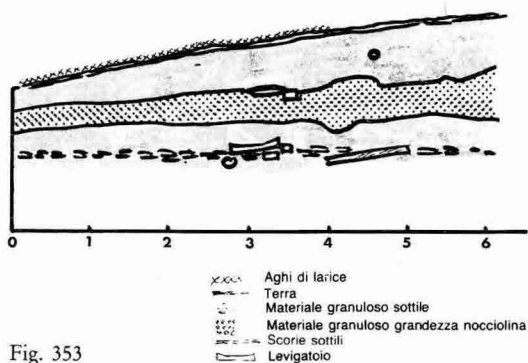


Fig. 353

Le figure 354, 355, 356 rappresentano alcune foto di scavo.



Fig. 354



Fig. 355



Fig. 356

Durante questi scavi mi fu sempre vicino l'amico Luciano Borrelli.

Conclusione

Questo cumulo di materiale, lavorato artificialmente e selezionato, di parecchie tonnellate, è un chiarissimo esempio di un deposito predisposto appositamente per una stagione fusoria e per un gruppo di forni che lavoravano probabilmente lungo il Rio della Casara, ma forse nello stesso piano dello Eim per processi di affinamento appunto per la presenza di scorie lisce a disco che denunciano questi processi finali. Il dott. Gerardt Weisgerber ⁽²⁶⁵⁾ mi scriveva da Bochum nel 1976:

«interessante è poi che i piccoli pezzi che ha nel suo museo sono pure delle scorie. Esse furono frantumate dai metallurghi del Bronzo con l'intenzione di sfruttare il rame che si trovava in piccole gocce nelle scorie. Tali scorie frantumate in questo modo non sono note a Mitterberg. Qualcosa di analogo è noto solo a Timma. In quel territorio in calcolitico si ebbe lo stesso modo di operare. Le scorie però sono più porose.»

⁽²⁶⁵⁾ Ad lit. Bochum 14.7.1976 G. Weisgerber. Bergbau-Museum. Bochum (Germania occ.).

Una lettera che segnala un modo diverso di operare per Roveda da quello dei metallurghi austriaci e quindi porta ad avanzare l'ipotesi di specialisti forse estranei a quelli d'oltre Arco Alpino.

Minatori-fonditori venetici-emiliani?

Giunsero pure le analisi realizzate, da Bachmann, di 3 frammenti di scorie: due grezze ed una liscia.

Probe	Hauptbestandteile	Nebenbestandteile	Spuren Spuren
1 Kleinschlacke	Fe	Cu, Zn	Mn, Co, Pb
2 Kleinschlacke	Fe	Cu, Zn	Mn, Co, Pb
3 Kleinschlacke	Fe	Zn, Cu, Mn	Pb, Co
4 Plattenschlacke	Fe	Zn, Cu, Co, Mn	Pb

Discariche e messaggi

Finché non si realizzarono nei forni fusori bocche tali da recuperare le scorie e da favorire lo scorrimento delle metalline fluide all'esterno, il recupero delle scorie venne effettuato soltanto dopo il raffreddamento totale del forno demolendo solo la parete frontale fino al livello del catino o del fondo inclinato.

In tal modo il fonditore si trovò sopra il catino, contenente metallina, uno scorione del diametro del catino o della camera di combustione.

Così fu costretto ad eliminare lo scorione, se povero di rame, o a spostarlo in un luogo prefissato della piazzola per riutilizzarlo inserendolo in un seguente ciclo fusorio.

La scelta fu legata ad una valutazione pratica dettata dalla lunga esperienza.

Lo scorione inservibile, in pezzature più o meno grandi, fu gettato a valle là dove finiva il piano della piazzola che presentava uno spazio utile per le operatività dei forni e per il movimento degli operai.

In tal modo, per le ripetute fusioni giornaliere e per gli scarti delle stesse, si vennero progressivamente formando delle discariche brevi o lunghe, consistenti o ridotte di materiale eliminato.

Discariche che non poterono essere messe in atto se non utilizzando mezzi di caricamento-scaricamento, come pale e piani inclinati di legno (fig. 357).

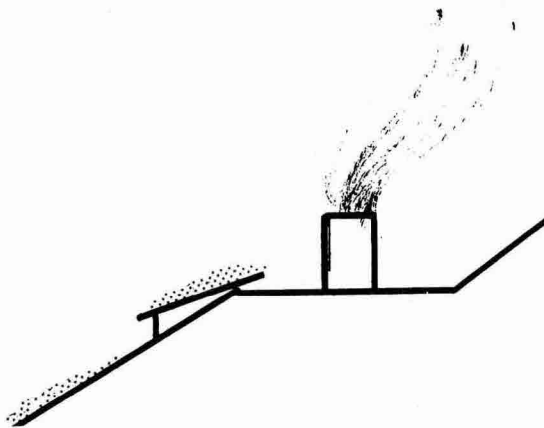


Fig. 357

Così, fin dalla prima fase fusoria, le scorie rozze, rotte o non rotte vennero scaricate come materiale inutile.

Queste, scivolando o rotolando sul piano inclinato di valle, o dove più sotto il terreno ridiventava piano, si fermarono formando un autentico ostacolo artificiale che avrebbe contenuto le porzioni più piccole e gli altri materiali di scarto diversificati (fig. 358).

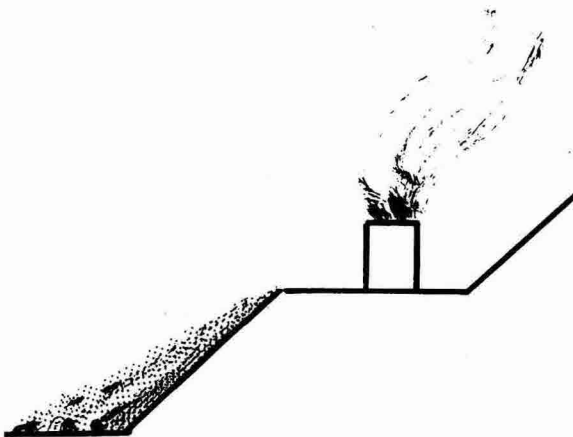


Fig. 358

Poiché i forni in batteria producevano quotidianamente scorie di I, II, IIIa fusione e sulla piazza stessa si levigavano, si arricchivano minerali e scorie contenenti rame, i rifiuti, i materiali gangosi partecipavano alla crescita-consolidamento della discarica.

In tal modo, assieme agli scarti, alla polvere di carbone, ai frantumi di argilla cotta facenti parte dei rivestimenti dei forni, si andavano formando strati sovrapposti chiaramente identificabili per materiale e colore.

Se i forni in batteria vennero realizzati come è stato chiarito in Ultimo Bronzo, la piazzola assunse, là dove operarono affiancati, una sua specifica lunghezza e larghezza e la discarica stessa divenne ugualmente larga (fig. 359).

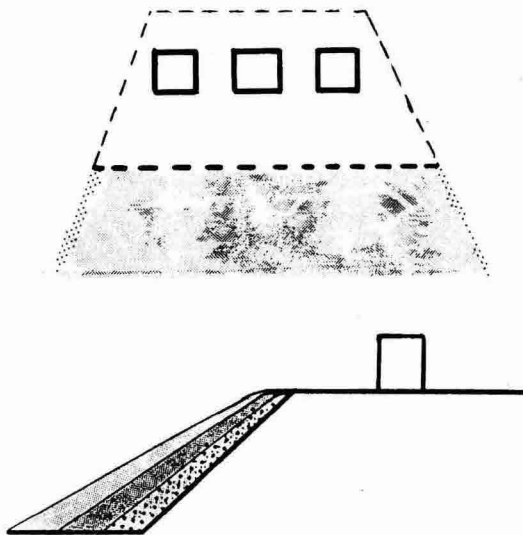


Fig. 359

È naturale che durante i periodi di piogge stagionali le ganghe assestassero ancor più le discariche togliendo loro le asperità. Discariche modellate ancor più dallo sciogliersi delle nevi.

La scelta del luogo su cui costruire forni non solo venne condizionata dal luogo opportuno in cui predisporre una piazzola orizzontale e perfettamente piana, dalla necessità di scaricare a valle per tenere efficiente la piazzola, ma anche in base alla potenza del vento, alla direzione delle correnti ascensionali, alla costanza del vento che spirasse in una direzione unica per allontanare i gas altamente velenosi per la presenza dello zolfo e dell'arsenico nella calcopirite.

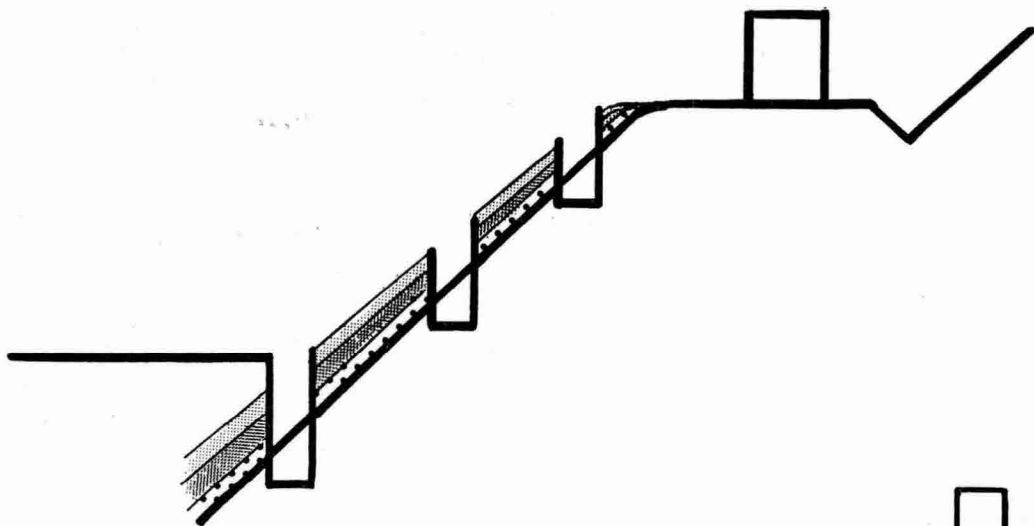


Fig. 360 A

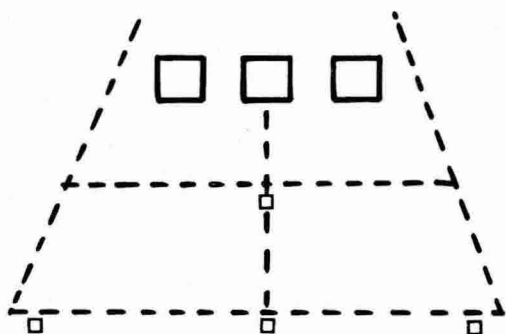


Fig. 360 B

Rapporto discarica-forni

La discarica, nel suo modo di prendere forma, interpretata opportunamente, al di fuori dei reperti archeologici, può offrirci messaggi semplici ed a volte complessi.

Ciò si ottiene mediante il sondaggio con pozzi di assaggio che, individuata prioritariamente la posizione dei forni, possono essere disposti longitudinalmente od ortogonalmente alla discarica stessa (fig. 360, A B).

Se è nota la posizione dei forni, la larghezza della piazzola antistante, in Ultimo Bronzo, può variare fra 3-5 m..

Tutto ciò che è al di là fa parte della discarica (fig. 361).

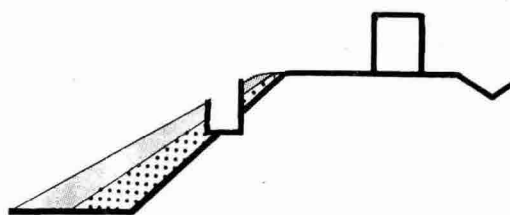


Fig. 361

È alla distanza di 1 metro che si realizza il primo pozzetto.

Se la piazzola antistante il forno è più di 5 m. significa che i forni hanno lavorato di più eliminando materiale inutile e così via.

Il secondo pozzetto, sempre sull'asse del forno, si deve praticare in fondo alla discarica dove possono presentarsi due soluzioni:

1) se lì si constata la fine del materiale scaricato significa che la discarica si è andata completando solo sul piano inclinato di valle od è stata fermata da un preesistente piano orizzontale che la ostacolò (fig. 362).

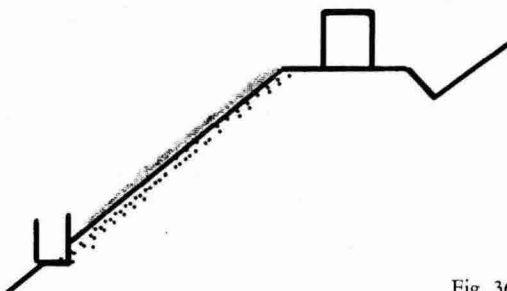


Fig. 362

2) se pur esistendo il piano orizzontale a fondo discarica rintracciamo, scendendo in profondità col pozzetto, strati di materiale scaricati dall'uomo, significa che quel piano non esisteva e si è formato in un secondo tempo (alluvione, franamento d'altro terreno), sollevandosi di quel tanto da sommergere parzialmente la discarica (fig. 363).

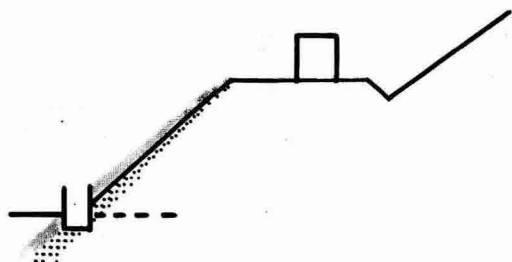


Fig. 363

È logico che una serie di pozzetti intermedii concorra a spiegare ancor più le conclusioni precedenti convalidandole od amplificandole.

Da questi sondaggi quantitativi e repertologici si possono ricavare i seguenti messaggi-domande:

- 1) *I forni hanno lavorato ininterrottamente per una sola campagna?*
- 2) *I forni hanno lavorato per più periodi di una stessa campagna?*
- 3) *I forni hanno lavorato regolarmente?*
- 4) *I forni hanno lavorato con difficoltà? (discrepanza fra i materiali).*
- 5) *I forni hanno lavorato molto?*
- 6) *I forni hanno lavorato poco?*
- 7) *Sulla piazzola lavoravano forni in batteria?*
- 8) *Sulla piazzola lavoravano forni di prima fusione?*
- 9) *Sulla piazzola lavoravano forni di II fusione?*
- 10) *Sulla piazzola lavoravano forni di affinamento?*
- 11) *Sulla piazzola si esercitavano processi di affinamento a crogiolo in conca aperta o forno a due camere?*
- 12) *La quantità del carbone era normale od in eccesso?*

13) *I forni hanno lavorato di seguito per più anni?*

14) *I forni hanno interrotto l'esercizio per molti anni con sovrapposizioni tecnologiche? (Bronzo-La Tène)*

15) *I forni hanno lavorato col vento? Con mantici? (ritrovamenti tuyères).*

16) *Sulla piazzola si trovarono depositi di carbone?*

17) *Sulla piazzola si rinvennero fori equidistanti di probabili colonne lignee a sostegno di tettoie? Vicini ai forni? Lontani?*

18) *Sulla discarica si trovarono tronchi di legno?*

Nel Trentino molti forni fusori ebbero nelle loro prossimità un ruscello od un torrente con funzione di:

- A) lavare farina minerali o scorie,
- B) arricchire,
- C) raffreddare i fogli di metallina-rame nero tolti dal catino dei forni.

A conferma del binomio forni fusori-acqua la seguente tabella.

Terrebis	acqua a 6 m.
Rio della Casara	acqua a 5 e 11 m.
Valcava	acqua a 5 m.
Malga Ardemolo	acqua a 10 - 15 m.
Passo della Regnana	acqua ad 8 m.
Cinquevalli	acqua a 5 m.
Malga Laghetti	acqua a 7 m.
Vivaio Forestale Laghetti	acqua a 7 m.

Considerazioni finali

Se trovato un luogo fusorio mai manomesso, si potessero rintracciare tutte le scorie rozze si potrebbe dedurre, per quei chilogrammi, quintali o tonnellate, quante volte è stato messo in atto il processo di prima fusione.

Dal peso stesso di queste scorie si potrebbe determinare, in via approssimativa, il peso del minerale arricchito versato nei forni e stabilire forse il periodo temporale della campagna fusoria.

Senza possibilità di dubbio, prima di mettere in funzione i processi fusori, sulle piaz-

zole venne ammassato tutto il minerale scavato e tutto il carbone necessario ai molteplici processi.

Alle imperfezioni tecnologiche del tempo ed agli sprechi non si potevano mettere in atto processi a singhiozzo.

Due domande obbligatorie non sono mai state affrontate-chiarite dagli studiosi.

1) I forni, una volta accesi, lavorarono ininterrottamente fino ad esaurimento delle scorte di minerale e combustibile?

2) Se in tal senso come si caricavano i forni? Come i forni cinquecenteschi? Dove il minerale alternato al carbone venne aggiunto in continuazione spillandolo conseguentemente?

Se così fosse, la metallurgia medievale e rinascimentale non avrebbe proposto nulla di nuovo.

Questa potrebbe essere stata la scelta più logica in Bronzo Medio-Finale.

Tutti sappiamo che quando un forno viene acceso si dilata, assestandosi definitivamente se si continua ad alimentarlo garantendo temperature costanti.

Sappiamo che se si spegne ripetutamente e si riaccende subisce sbalzi di dilatazione tali da compromettere con fessurazioni sia le pareti quanto i catini.

Sono queste ferite, a volte profonde, che «sgonfiano» la potenza fusoria rendendo carenti i processi di ossidazione-riduzione e di conseguenza la resa.

I metallurghi preistorici avvertirono senza dubbio tali carenze, cui poterono ovviare con processi fusori lunghi ed ininterrotti.

La potenza delle discariche, la quantità del materiale di scarto non possono far pensare se non a operatività ininterrotte una volta iniziate.

Così si esaurisce il discorso metodologico.

Una serie di informazioni e di domande in punta di piedi per offrire al ricercatore di campagna quelle minime nozioni obiettive così lontane a volte dal «saputo per sentito dire».

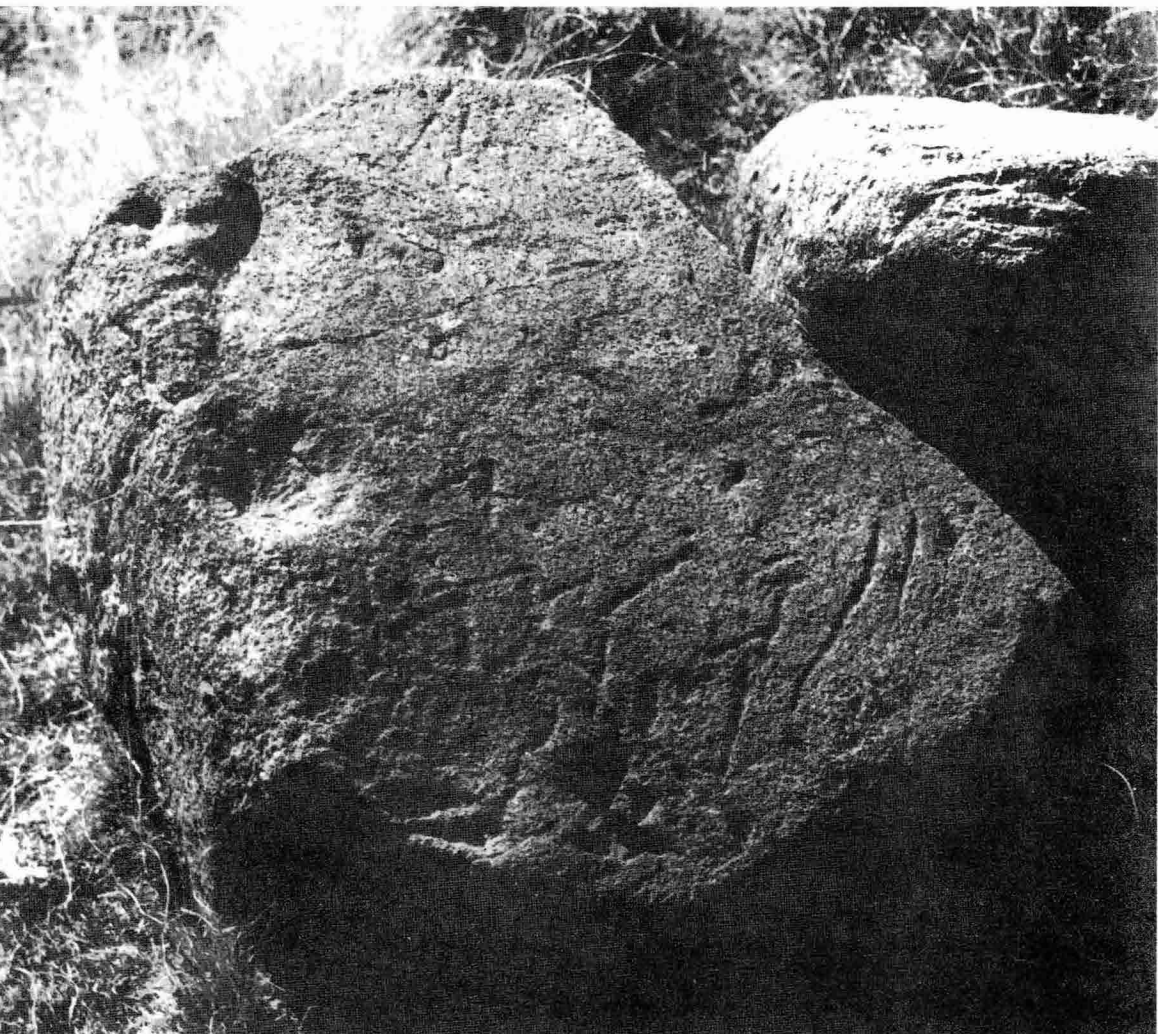
La metallurgia del rame del Medio ed Ultimo Bronzo dovette, per prosperare, servirsi di tutta una organizzazione di specialisti legati in una unica lunga e complessa catena, allo stesso livello organizzativo come oggi ci propone l'industria degli inizi del 1800.

Molte cose restano da dire e misteri da svelare agli archeologi, ai metallurghi, agli studiosi di lavoro umano che, addentrandosi in questo terreno, scopriranno sempre più quanto tutto sia stato programmato e posto in atto.

Taluni processi forse non saranno mai spiegati, perché oggi siamo così lontani da quelle esperienze temporali e dirette.

Seguirà un elenco di luoghi trentini dove emersero tracce-segnali di metallurgia preistorica, utili forse per coloro che vorranno allargare ancor più tale ricerca.

Glück auf.



Cambrocoi (Passo della Regnana) - Pietra con segnature retiche (Foto Šebesta, 1963).

Fin da ragazzino ho avuto contatti ininterrotti con la Valle dei Mòcheni, così come da liceale con Sella di Valsugana dove passavamo l'estate.

Di lì si saliva a Malga Manazzo e da quest'ultima si raggiungeva dovunque, con camminate massacranti, l'altopiano di Lavarone - Vezzeno.

Molte volte da Sella scendevo a Borgo e di lì per Cinque Valli e la Portella raggiungevo Palù.

Un percorso abituale era Palù del Fèrsina, Passo della Regnana (non ancora aperto), Centrale a raggiungere, per una carrareccia, Brusago-Sover o Serraià-Rio Nero o Segonzano.

Tutta una serie di lunghi percorsi, legati all'estate ed all'autunno, che mi portavano ad imbartermi in luoghi sparsi di scorie grezze.

La gente raccontava che quelle scorie erano le testimonianze della fusione medievale di minerali di rame, ma ancor più di argento. «Le slache»: le scorie legate a miti e leggende.

Ho sentito parlare di «slache» fin da ragazzo a Vetriolo, dove mia madre saliva a fare le cure termali ed anche lì le vidi.

Fu dopo quest'ultima guerra che quelle scorie assunsero una nuova fisionomia, perché i messaggi di Ernst Preuschen mi trasportarono, con un gran balzo, indietro all'Ultimo Bronzo.

Ho cercato rosticci, per molti anni, in Polonia, Cecoslovacchia, Austria, Svizzera, Piemonte, Alpi Bergamasche, Alto Adige, Trentino, Agordino. In Jugoslavia nella zona di Bohr, in Romania, ho visto una imponente raccolta di lingotti di rame nel museo di Sibiù (Romania). In Bulgaria.

Ho setacciato la Toscana, la Sardegna.

Accanto a questi rosticci pesanti, oscuri, grezzi, a volte malachizzati o con vistose tracce di ruggine, ho sempre rintracciato incudinelle e levigatoi.

Tre test che mi suggerivano in continuazione la validità delle tematiche proposte da Preuschen.

Pochi studiosi si sono accorti di questo autentico ricercatore di campagna o lo hanno scoperto in ritardo.

Ernst von Preuschen, un ingegnere minero di Salisburgo che giungeva ogni tanto nel Trentino. Passava di valle in valle a piedi, col suo zaino sulle spalle. Silenzioso, discreto. Un uomo che chiedeva poco e sapeva moltissimo.

Non c'è luogo nel Trentino, dove esistono mineralizzazioni di rame, che egli non abbia visitato per stabilire se tutto ciò che aveva proposto prima di questa guerra in Austria non trovasse pure un riscontro nel Trentino.

La sua, più da tecnico che da archeologo, fu forse la ricerca di alcune strade della metallurgia del Medio ed Ultimo Bronzo che giustificassero una organizzata e massiccia produzione di rame, destinata a rifornire quei gruppi umani che esprimevano la loro sensibilità artistica e vitale attraverso gli attrezzi, ma ancor più attraverso i monili, gli accessori del vestiario, gli arredi.

Questa fu la grande avventura di Preuschen, che non poteva non affinarsi ed integrarsi a vicenda se non con Riccardo Pittioni.

È necessario spiegare che per il Trentino, ricchissimo di coltivazioni minerarie fin dal 1100, gli storici come Joseph Sperges⁽²⁶⁶⁾, Max Reichsritter Wolfstrigl-Wollfskron⁽²⁶⁷⁾, Desiderio Reich⁽²⁶⁸⁾, Karl Ausserer⁽²⁶⁹⁾, Aldo Stella⁽²⁷⁰⁾ hanno lasciato una nutrita serie di informazioni.

Notizie precise, convalidate, attraverso gli studi sul campo ed una importante pubblicazione da Roberto Srbik⁽²⁷¹⁾ e da una fitta schiera di geologi, che hanno permesso allo studioso di topografia della metallurgia preistorica del rame, di giungere quasi a colpo sicuro sui luoghi ben noti per stabilire, attraverso la sua esperienza, se esistessero tracce sicure della metallurgia dell'Ultimo Bronzo.

È in questo contesto di indagine che la me-

tallurgia dell'Ultimo Bronzo, nell'Alta Valle del Fersina, è stata rintracciata là dove le coltivazioni tre-ottocentesche si erano diffuse. Metallurgia del Bronzo a volte a quote basse, come sui Montesei di Serso e Dos del Cuz od a quote elevate presso il lago Erdemo dove operò attivissima fra il 1500 ed il 1700.

Fierozzo, alle stesse quote, presentò i due aspetti temporali come Roveda, Vignola, Vetricolo, Monte Fronte. La Valsugana, fra Novaledo-Roncegno-Borgo, dal fondo valle, alzandosi in quota, fino a Cinque Valli.

La stessa Valle di Sella di Borgo favorì queste duplici scelte.

L'altopiano di Lavarone, invece, offrì un discorso tecnico-fusorio diverso.

Lassù gli storici avevano fissato luoghi, trovato scorie e parlato erroneamente di una metallurgia medioevale.

Fu merito indiscusso di Ernst von Preuschen quello di sfatare la medioevalità, chiarendo la presenza di una totale e diffusa *metallurgia preistorica trasferita*.

Mi auguro che gli studiosi di metallurgia preistorica puntino l'attenzione sull'area delle Piccole Dolomiti e su quella importante e poco conosciuta delle Prealpi Vicentine, dove una serie di coltivazioni cinque-settecentesche venete si affianca a test reali metallurgici preistorici.

È questa considerazione che dovrebbe aprire un nuovo orientamento alla ricerca per allacciare un discorso più ampio sui circuiti dei minerali di rame ed il metallo stesso.

Il rame prodotto nel Trentino in Ultimo Bronzo fece parte di una operazione metallurgica che scese verso il litorale veneto, come i minerali di argento della Valle dei Mòcheni in Cinquecento raggiunsero Venezia?

(266) SPERGES JOSEPH VON: «*Tirolische Bergwerksgeschichte mit alten Urkunden*», Wien 1765.

(267) WOLFSTRIGL-WOLFSKRON MAX REICHSRITTER VON: «*Die Tiroler Erzergrube 1301-1655*», Innsbruck 1903.

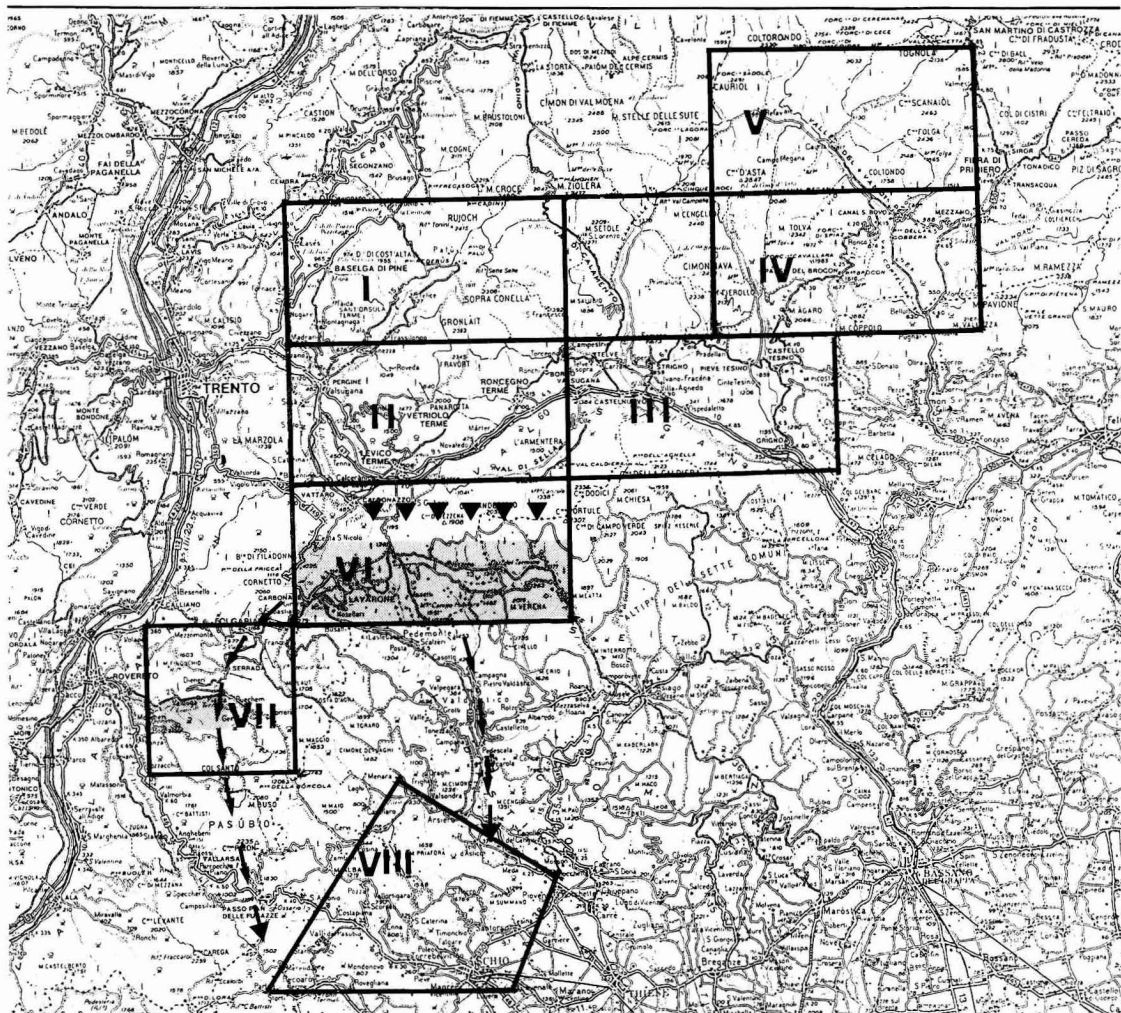
(268) REICH DESIDERIO: «*Notizie e documenti su Lavarone e dintorni*», Trento 1910.

(269) AUSSERER KARL: «*Persen-Pergine*», p. 33-44 e 339-381, Wien 1915-16.

(270) STELLA ALDO: «*L'industria mineraria nel Principato Vescovile di Trento nei secoli XVI e XVII*», Padova 1953.

«*L'industria mineraria del Trentino nel sec. XVIII*», Padova 1957.

(271) SRBIK ROBERT: «*Überblick des Bergbaues von Tirol und Vorarlberg in Vergangenheit und Gegenwart*», in Bericht des naturwissenschaftlichen und medizinischen Vereines, XLI, Innsbruck 1929.



Topografia

Allo scopo di avere una chiara visione territoriale, i dati di Ernst Preuschen e forniti dall'Autore, sia in funzione mineralogica quanto di testimonianza fusoria, sono stati trasferiti sui fogli utilizzati della carta d'Italia dell'Istituto Geografico Militare alla scala

1:25.000 assieme agli altri dati acquisiti. Per necessità di impaginazione, sono stati ridotti quasi a metà secondo il rapporto $68:40 = X:100 = 1,70$.

Data la vastità del territorio considerato, sono stati presentati in alcuni striscioni segnati:

STRISCIONE I°

Comprende da occidente ad oriente il foglio Baselga di Piné-Palù del Fèrsina (foglio 21, quadrante II, orientamento N.O. e foglio 21, quadrante II, orientamento N.E.).

STRISCIONE II°

Comprende da sinistra a destra il foglio Levico-Roncegno (foglio 21, quadrante II, orientamento S.O. e foglio 21, quadrante II, orientamento S.E.).

STRISCIONE III°

Comprende da sinistra a destra il foglio Borgo Valsugana-Grigno (foglio 22, quadrante III, orientamento S.O. e foglio 22, quadrante III, orientamento S.E.).

STRISCIONE IV° e V°	Comprende da occidente ad oriente M. Stelle delle Sute-Caoria-Cima d'Arzon-Fiera di Primiero (foglio 22, quadrante IV, orientamento S.O. - quadrante IV, orientamento S.O. e foglio 22, quadrante I, orientamento S.E.).
STRISCIONE V°	Comprende da occidente ad oriente Cimon Rava-Val Tolvà-Mezzano (foglio 22, quadrante III, orientamento N.O., foglio 22, orientamento N.E. e foglio 22, quadrante II, orientamento N.O.).
STRISCIONE VI°	Comprende da occidente ad oriente Caldonazzo-Monte Verena-Cima Dodici (foglio 36, quadrante I, orientamento N.E. e foglio 37, quadrante IV, orientamento N.O.).
STRISCIONE VII°	Comprende Folgaria-Lastebasse (foglio 36, quadrante IV, orientamento S.E. e foglio 36, quadrante I, orientamento S.O.).

Elenco dei luoghi ad oriente dell'Adige fissati da Preuschen con nuovi riferimenti dell'autore ed aggiunte comparative delle coltivazioni quattrosettecentesche

Ernst von Preuschen, con il titolo «Bronzezeitlicher Kupfererzbergbau im Trentino» ⁽²⁷²⁾ nel 1968 fissava tutti i luoghi da lui controllati nel Trentino, presentava i dati sintetici, dividendo il territorio stesso ad occidente ed oriente del fiume Adige.

Al di fuori della sua vocazione si premurava di segnalare tutto ciò che aveva percepito con l'occhio attento dell'ingegnere minerario e del geologo.

Fissava:

- con a) le mineralizzazioni di rame presenti nelle vulcaniti,
- con b) quelle presenti nelle metamorfiti,
- con c) quelle presenti nei giacimenti a solfuri misti.

La stessa partita di località la riproponeva attraverso un secondo catalogo dei luoghi dove erano state attive fonderie di minerali di rame.

Lorenzo Dal Ri nel 1973 usciva con la traduzione dello stesso lavoro ⁽²⁷³⁾. Lo scriveva

te, dopo l'elenco del 1968 rifaceva, sulle indicazioni di Preuschen, gli stessi percorsi già in parte vissuti fin dal 1949 e fissati nel 1965 ⁽²⁷⁴⁾ per una ricerca storica sulle miniere della Valle dei Mòcheni dal 1310 al 1921.

Una nuova avventura dove, attraverso il messaggio dello studioso salisburghese, poteva ormai discernere negli stessi luoghi se il contesto medioevale-cinque-settecentesco si era sovrapposto a quello preistorico. Quanto era rimasto ancora dell'esperienza dell'Ultimo Bronzo.

Allo scopo di fornire tutti i dati di Ernst Preuschen, incrociandoli dove è possibile con quelli storici, fisso una tabella con segnature grafiche e per lettere che facilitino la lettura.

▲ = luoghi fissati da Preuschen in funzione delle mineralizzazioni di rame,

▲▲ = luoghi fissati da Preuschen in funzione delle fonderie,

• = luoghi visitati da G. Šebesta con integrazioni storiche,

A.S.T. = Archivio Stato Trento,

A.S.T.A.N. = Archivio Stato Trento. Atti Notarili,

B.C.T. = Biblioteca Comunale. Trento,

⁽²⁷²⁾ PREUSCHEN ERNST: «Bronzezeitlicher Kupfererzbergbau im Trentino», in der Anschnitt XX (1968) fasc. I, p. 3-15 Bochum.

⁽²⁷³⁾ PREUSCHEN ERNST: «Estrazione mineraria dell'età del bronzo nel Trentino», Traduzione note e tavole fuori testo Dal Ri in Preistoria Alpina. Rendiconti della

Società di Cultura Preistorica Trentina vol. 9, p. 113-150, Trento 1973. Edizioni del Museo Tridentino di Scienze naturali.

⁽²⁷⁴⁾ Šebesta Giuseppe: «Miniére e minatori del Fèrsina», in Economia Trentina n. 4 p. 73-90, Trento 1965.

K.A. = Karl Ausserer,
 A.S. = Aldo Stella,
 R.S. = Robert Srbik,
 G.Š. = Giuseppe Šebesta «Miniere e miniatori del Fersina» in *Economia Trentina* n° 4, 1965 p. 73-90,
 W.v.W. = Max Reichsritter von Wolfsegl Wolfskron.

L'integrazione storica è volutamente evidenziata per chiarire quanto la stessa si sia sovrapposta od accostata agli stessi luoghi preistorici eliminando a volte il messaggio precedente.

Area della Silla e Pinetano (Tavola I^a)

▲ 7 NOGARÉ - Tipo a). Giacimento di calcopirite sul pendio orientale del Silla (m. 750). Possibile operatività in Bronzo, pur mancando prove inoppugnabili.

• NOGARÉ. A monte dei Chilodi sulla strada pedonale per il Laghestèl.

• LAGHESTÈL. A quota 703 m. scorie grezze.

• a. 1541. 2 sett. miniera ai Ronchi presso Fornace in valle di Silla di Cristoforo a Monte, Mattia Boldraccio di Riva ed Alessandro Broglio di Verona. (K.A. p. 361 - A.S.T. - Archivio tedesco trentino. C. 66 n. 13).

• a. 1550. Si estrae ancora. (K.A. p. 364).

• a. 1678. Nella stessa area tre pozzi: pozzo Stabulo, pozzo Lutterotti, pozzo S. Madre di Dio. (K.A. p. 372).

• a. 1726. Concessione vecchi pozzi a Fornace sul monte Ronchi (K.A. p. 375).

• a. 1728. Si lavora ancora a Fornace (K.A. p. 375).

Direttrice Rio Nero - Lago della Serrai - Brusago

• RIO DELLA VALLE (lago della Serrai). Sulla destra orografica a quota 1425 m. scorie grezze.

• VAL MOLINARE (lago delle Piazze). Sulla sinistra a quota 1474 m. scorie grezze.

• CENTRALE. Ultima casa in direzione di Brusago. A monte della carrozzabile scorie grezze.

• BRUSAGO. All'entrata del paese, alla fine della palude, scorie grezze.

• BRUSAGO. Subito dopo il paese, scendendo

per il sentiero di Valle Santa che conduce a Sover, scorie grezze.

• a. 1668. Miniera sul rivo di Bedol di Piné di m° Domenico Prada. Minerali di ferro (A.S.T. Atti trentini XIII.B.53 pos. 3).

• RIO REGNANA. A quota 1518 m. scorie grezze.

• MALGA STRAMAILO. A valle verso Val dell'Inferno a quota 1491 m. scorie grezze.

• PITOI. Salendo verso il Passo della Regnana sulla sinistra orografica del rio puntando in direzione Costalta a quota 1389 scorie grezze. Scorie sottili in alcuni campicelli coltivati in quell'area.

• ACQUA FREDDA. Sulla destra orografica a quota 1444 m. (Ricerche R. Perini-Gerhard Weisgerber. Bochum - 1979-86). Batteria forni fusori. Scorie grezze a quarti e sottili-lisce.

• a. 1687. Croz della Regnana. Miniera di ferro gestita da Podetti e Giuseppe Prada (A.S.T. Atti Trentini XIII.1.c. n° 10)

Conca di Pergine

• MONTESEI (Serso). A quota 594-614 m. (R. Perini. Forno fusorio Ultimo Bronzo.) Scorie grezze e sottili-lisce.

• MONTESEI (Serso). A monte dei Montesei, cento m. sopra la vecchia fucina, discarica di miniera.

• SERSO. a. 1666. Compagnia mineraria Pedrotti incammina miniera di ferro «a Rio de Val» (A.S.T. Atti Trentini XIII pos. 28).

• SERSO. a. 1739. Fonderia Milesi. Cessa di lavorare nel 1750. (K.A. p. 376).

• SERSO. a. 1685. Miniera al Passiloro (A.S.T. Atti Trentini XIII pos. 6).

Viarago

▲ +88) VIARAGO - Tipo c). Altitudine 850 m. Antichi scavi con estese discariche.

• VIARAGO. Entrata miniera cinquecentesca al «Capitel dei minadori» (ora abbattuto).

• VIARAGO. «La lavanderia», casa al di sotto della strada dentro il paese. Per «laveria del minerale».

• VIARAGO. Uscendo in direzione di Mala, prima del rio Carpené, sotto la lunga strada e nel muro di sostegno, entrata vecchia miniera. Lungo il rio una seconda.

- VIARAGO. a. 1330. 27 gennaio. Nicolao de Paswiec di Bratislavia è autorizzato da re Enrico ad una ricerca (A.S.T. cod. 106.f.8b).
- VIARAGO-SERVO. a. 1519. Compagnia mineraria Antonio Pona - G.B. a Prato (B.C.T. man. 2649).
- VIARAGO. a. 1524. Compagnia Mineraria Pona - a Prato con tre fonderie a produzione prevalente Pb (A.S.T. Sezione tedesca miscell. non registrata n. 351 - A.S. p. 9).
- VIARAGO. a. 1531. «Acta mineralia de Pergine» (A.S.T. Atti Trentini XIII, 3).

Canezza

- ▲ + 9) FONTANELLE - Tipo a). 630 m. sul livello del mare. Modesta attività estrattiva.
- CANEZZA. Dal 1547 al 1581 presenti nelle miniere minatori di Sterzing e Swatz (S.G. atti battesimali. Canonica Pergine).
- CANEZZA. a. 1595. Wallinger di Augusta acquista miniera (K.A. p. 367-368).
- CANEZZA. a. 1678. Miniera concessa ai Fratelli Poloni (A.S.T. Atti Trentini XIII. 4 § 115).

S. Orsola

- ▲ + 10) CANOPI. 1300 m. sul livello del mare. Nelle vicinanze dei masi Canopi e Rienz si scorgono parecchie tracce di miniere, anche se i resti delle discariche sono piccoli e non chiari.
- ▲▲ + 18) CANOPI. A 1300 m. sul pendio che sale dal Maso Canopi verso Rienz di sotto si trovano ripetutamente sulle strade, fossati, ruscelli, piccole scorie tipo grezzo.
- CANOPI. Vicino al maso Giotta scorie grezze.
- S. ORSOLA. a. 1510. Martino Tschan e Franz Sauder estraggono a S. Orsola (A.S.T. Atti tedeschi non registrati n. 351).

S. Orsola - Palù

- VAL di MEZZO - CONVERGENZA V. MUSSA. Quota 1390 m. scorie grezze.
- ▲▲ + 20) VAL MEZZO. Altitudine 1320 m. vicino ed a valle della stazione di arrivo della teleferica da legname, dalla scarpata orienta-

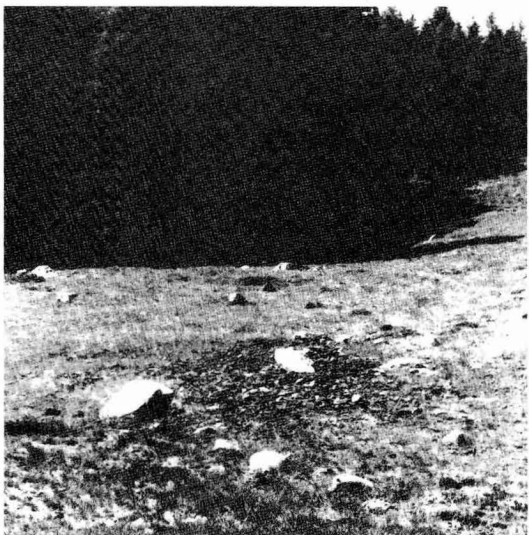
le della strada affiora uno strato con scorie grezze. Copertura di detriti di falda.

▲▲ MALGA CAMBRO(N)COL. Altitudine 1710 m. Una grandissima installazione sul terreno del pascolo a 300 m. ad occidente della malga.

• A 150 m. dalla malga, salendo in direzione Costalta, pietra di porfido rosa con segnature retiche. Rinvenuta dal relatore nel 1949. Fotografata ripetutamente e mostrata ad altri. Vedi «La via del rame». Economia Trentina 1989 n. 2 p. 103. Non più rintracciata dall'anno 1978, benché il terreno sia stato seccato fino al 1989.

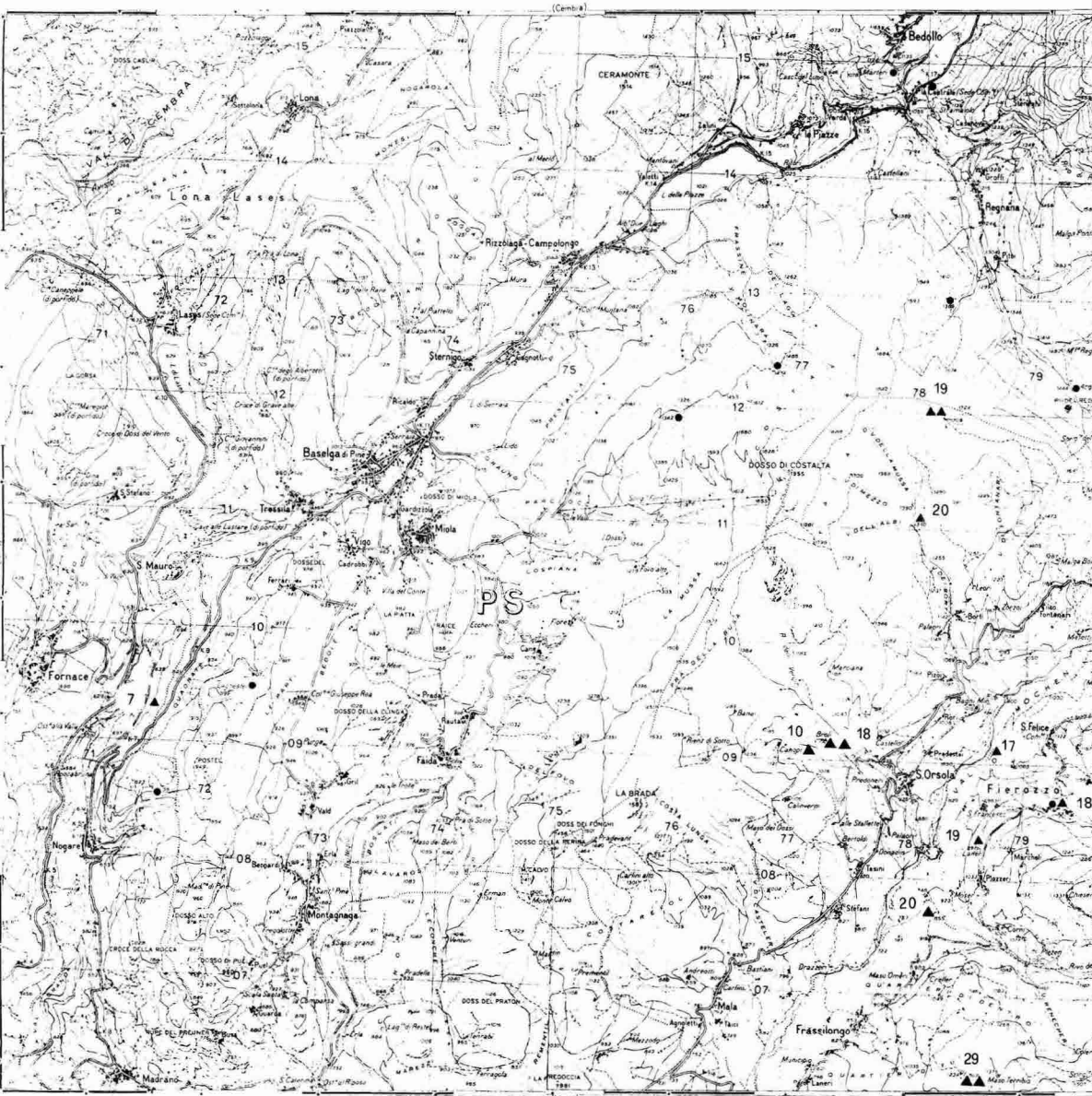


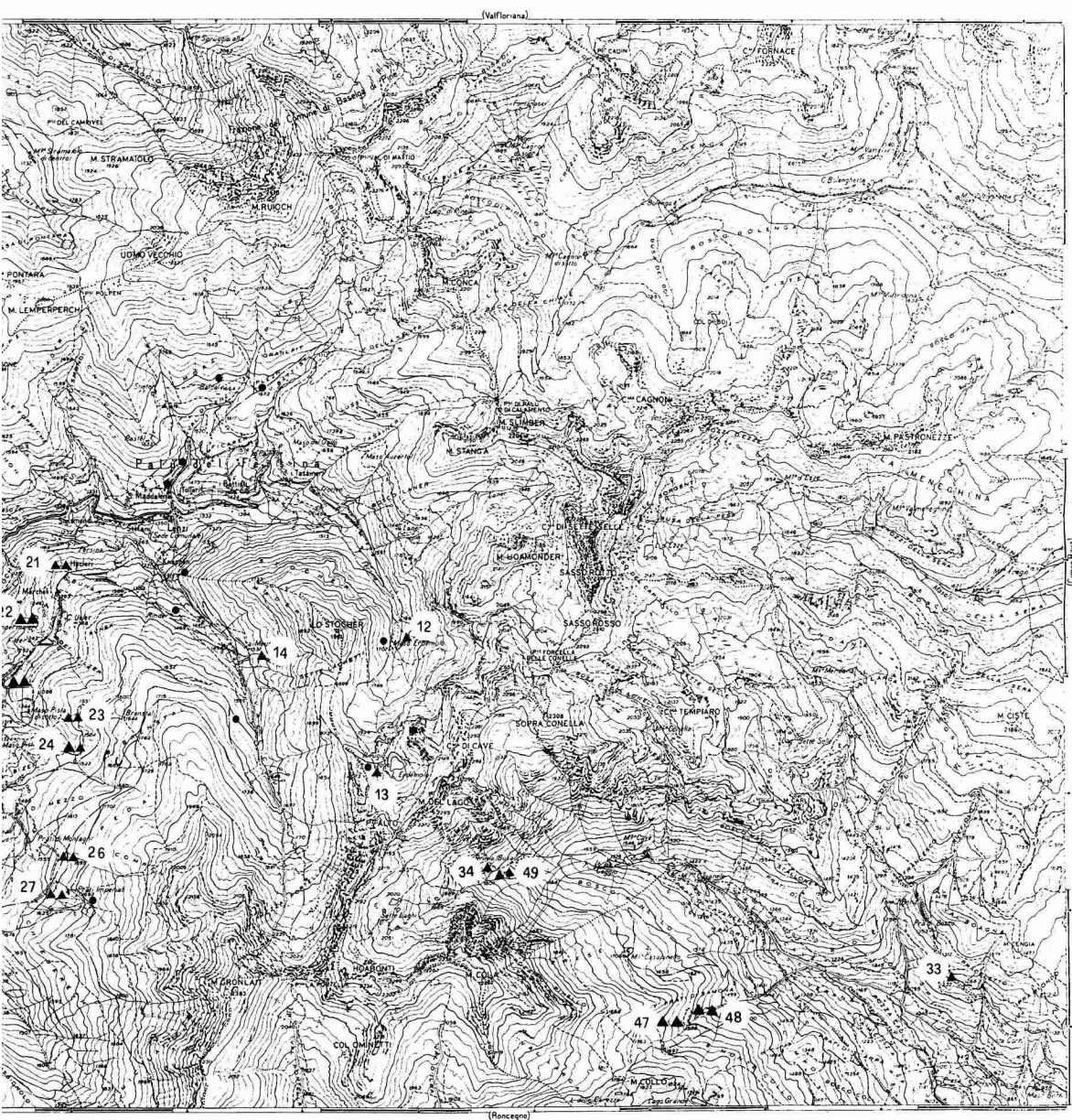
Totale dell'area di Cambrocoi.



Cambrocoi. Pascolo di malga cosparso di scorie.

Tavola I^a







Cambrocoi. Scorie grezze ravvicinate.

- CAMBROCOI (Malga Pez). A monte della stessa, a quota 1641, una serie di conche appena abbozzate propone un tentativo di scavo a giorno.
- CAMBROCOI. A quota 1710 m. un'area a forma di ciambella, di 5x9 m., di scorie grezze frantumate in piccole pezzature.

Palù

- ▲ +11) PALÙ - Tipo a). Altitudine media 1500 m. Nelle frazioni Tollerì, Battisteri e Tasaineri secondo la tradizione parecchi piccoli scavi sugli affluenti del torrente Fèrsina. A causa della ripidità dei luoghi, oggi difficilmente riconoscibili.
- PALÙ. Anno 1510. Si scavava a Palù (A.S.T. Atti tedeschi non registrati n° 351-G.Š.).
- PALÙ. Anno 1544. Pozzi di S. Jacopo e S. Filippo (A.S.T. Atti tedeschi non registrati n° 351).

- PALÙ. Anno 1570. Si lavora in cinque miniere (A.S. p. 68, 83 - A.S.T. Atti Trentini XIII. 4ª Sezione lat. caps. 65 n° 42).
- PALÙ. Anno 1588. Lavori minerari di Simone Botsch di Augusta e Ritter (W.v.W. p. 271).
- PALÙ. Anno 1677, 6 gennaio (A.S.T.A.N. Refatti. Pergine. Miniera di Cu e Pb a Palù «in loco d. Smiteltol»).
- ▲ +12) MALGA ERDEMOLO - Tipo a). Altitudine 1700 m. Vaste discariche con molta calcopirite.
- MALGA ERDEMOLO. Quota 1690. Sul prato antistante levigatoio (M.U.C.G.T. San Michele all'Adige).
- ▲ +13) LAGO ERDEMOLO - Tipo a). Quota 2000 m. Piccolo affioramento con prevalenza pirite.
- Salendo da malga Erdemolo, sulle rocce che incombono di fronte (quote 1990-1270) alcune entrate di miniere, discariche e strutture murarie.
- Salendo lungo le sponde del torrente Fèrsina entrate di miniere difficilmente visibili ed a livello della stessa acqua perché nascoste dai bordi sovrastanti le rive.
- ERDEMOLO. Anno 1544 le miniere gestite da Giovanni Mall (A.S.T. Sezione tedesca, miscell. non registrata n. 351). Una miniera di rame ed una di argento nominate le Buse al Spirito Santo (P. Alessandrini «Memorie di Pergine», Borgo 1890 p. 87).
- ▲ +14) VAL CAVA - Tipo a). Secondo la tradizione antiche coltivazioni. Preuschen fissa nella sua cartina 4 due scavi «di antica data».

S. Felice - S. Francesco

- Scendendo da Val Cava, seguendo il torrente omonimo, a quota 1490, «al Meus» piccola discarica. Abbassandosi al «Rinder», a quota 1482, vicino alla vecchia segheria, scorie grezze.
- ▲ ▲ +21) ACLERI. A 1300 m., nel lastricato tra due edifici del maso è possibile vedere un pezzo di scoria grezza di notevoli dimensioni.
- ACLERI. Salendo verso il Rinder scorie grezze.
- ▲ ▲ +22) POMPERMAYR («Kerschbaumer»). A 1090 m. a monte di questo maso frammen-

ti di scoria grezza, ma il centro della fonderia non è localizzabile.

• POMPERMAYR. Il Grammatica asserisce che in una pergamena della prima metà del secolo XIII è detto «in ponte de Maio».

• Il maso Pompermayr si trova abbastanza vicino alla Fèrsina ed al rio Filzer. I punti chiave per i forni fusori. Le scorie grosse si trovano a monte e verso l'affluente.

▲ + 15) SLOMPERI - Tipo a). Discarica piuttosto grande coperta di vegetazione, a monte del maso Slomperi a 1280 m. Il piede della discarica è tagliato dalla via carrozzabile.

▲ + 16) VAL SLOMPERI (Essl Graben) - Tipo a). A 1500 m., antica discarica di proporzioni ridotte. Fonderia vicinanze dimostrata in modo indiretto.

▲ ▲ + 23) VAL SLOMPERI. A 1500 m. una piccola fonderia sul fondo della valletta; circa 200 m. a monte una discarica recente.

• MASO PISTA di Sotto. A destra ed a monte del maso a quota 1410 m. piccola discarica.

• A monte degli Slompi subito dopo la strada carraia 20 m. più in su scorie sottili in superficie.

• + 24) MALGA SLOMPERI. A 1360 m. a valle della malga, in corrispondenza del sentiero, è venuta alla luce grande abbondanza di scorie piatte, di tipo fine.

• VALLE DEGLI SLOMPI. Vedi Slamm, slomm, slomp, Schlämen = dilavare, purgare; termine minerario (Lorenzi p. 48). Infatti la valle è ricca di acque che garantiscono i processi di lavaggio.

▲ ▲ + 25) STRADA S. FELICE. A 1190 m., al di sopra della strada carrozzabile a 500 m. dal maso Slomperi verso S. Felice, numerosi frammenti scorie grezze.

Oltrepassato S. Felice, dove sul colle di S. Lorenzo esisteva una «chiesa canopa» già nominata nel XVI sec. (Pergine. Atti canonicali-matrimoni), si raggiunge il Rio Prigel ed alla confluenza dello stesso con il torrente Fèrsina l'Aubis (Aobis).

▲ + 17) AUBIS-GRUBEN - Tipo a). Altitudine m. 850. Vicino alla riva orientale del torrente Fèrsina si lavorò secondo la tradizione su giacimenti ancora ricchi.

• AUBIS. Anno 1531, due miniere e fonderia all'Aubies (K.A. p. 358-A.S.T. Codice Cles XIII, p. 11-15).

(S.G. p. 88) Nel 1814, Otmark di Praga ne ottiene la concessione mineraria per un breve periodo. Nel 1864 Gasparo Pompermaier, proprietario della «Casa del Mineralista» all'Aobis, fa domanda di ricostruire il vecchio frantoio. Nel 1921 Giambattista Trenner ripulisce le due gallerie fino al primo pozzo.

▲ + 18) RIO PRIGEL (Priegel Graben) - Tipo a). A 1050 m. di altitudine antiche discariche di dimensioni relativamente grandi. Possibili coltivazioni preistoriche.

▲ ▲ + 26) MALGA BERGWIESEN. A 1500 m. di altitudine sul terreno erboso del pascolo ed a monte della malga piccola fonderia occultata dalla vegetazione.

▲ ▲ + 27) PIANORO DEL PASCOLO BERGWIESEN. A 1560 m., sulla spianata più alta del pianoro alpestre «Bergwiesen» si trova una installazione estesa, ma in parte coperta dalla vegetazione.

▲ ▲ + 28) CHIESERECK. A 1550 m., nei dintorni da Chiesereck per Kaiserwiesen, frammenti sparsi di scoria grezza. Impossibile identificazione impianto fusorio.

• KIESERECK noto nel 1425. Vi era una casa ed una fonte (B.C.T. ms. 173).

• RIO PRIGEL (Prighel). Fra i Kaiserwiesen (Prati Imperiali) quota 1692 m. ed i Prati di Montagna (Bergwiesen) quota 1599 m., piccole discariche e scorie grezze. Penso sia l'area della vallata che dovrebbe offrire i migliori risultati.

Sulla destra orografica del Rio Prigel, a 30 m. sotto l'attuale strada carrozzabile, strutture murarie di una probabile laveria.

▲ + 19) S. FRANCESCO Tipo a) Ad una altitudine di 960 m., vicino al maso Jobstraibzer, piccola discarica di uno scavo di assaggio.

• S. FRANCESCO. La canonica di S. Francesco, attraverso i libri dei nati e dei matrimoni, ha dato il maggior numero di presenze di minatori settecenteschi. Nella vecchia chiesa fino a qualche anno or sono esisteva la «campana canopa» trasferitavi nel settecento colla cessazione della chiesa di S. Lorenzo. Le miniere infatti si spostano, nelle loro coltivazioni, fra Frassilongo e Roveda.

Da S. Francesco, scendendo con facilità per un sentiero ripidissimo, si poteva raggiungere il Fèrsina e risalendolo di poco giungere all'Aubis.

▲ + 20) RIVO DEL MULINO - Tipo a). A 900 m. sul livello del mare. Sul fianco meridionale della Val Molino, affioramento minerale con piccola discarica.

• RIO DEL MULINO (Mühlbach). Greif porta al 1382 «Item der Mülers Hof». Si tratta di un mulino minerario? Riporta ancora «Gruebhof» ed «Item Ianel in der Grueb». Nel 1350 Iaekl Tür paga la decima per un forno (E. Lorenzi «Toponomastica Mòchena», Trento 1930 p. 43).

• FIEROZZO. Anno 1442. I Fratelli Mallauer posseggono fonderia (K.A. p. 349)

• FIEROZZO. Negli «Acta Mineralia 1581-1582» operano gli imprenditori minierari Linehart, Pighler e Stoff Puechler (K.A. p. 365).

• FIEROZZO. Primi decenni sec. XVII attive 13 miniere a Fierozzo con totale 125 uomini, ma inizio flessione. Le stesse lavorano ancora nel 1680 (A.S.T. Sezione tedesca misc. non registrata n. 351 - A.S. p. 22).

• FIEROZZO. Negli «Acta Mineralia de Persen» non registrati, dell'anno 1630, risultano a Fierozzo: Pozzo Tre Magi con 24 uomini, pozzo S. Croce con 17 uomini, pozzo S. Madre Anna e Spirito Santo con 20 uomini, pozzo S. Aronne ed Elia inattivo, pozzo S. Geone il grande 12 uomini, pozzo Rosa Bianca 15 uomini, pozzo Albero Verde inattivo, pozzo Chiusa Vecchia 30 uomini, pozzo S. Pietro, Paolo e Vigilio inattivo, pozzo Molino Vecchio 7 uomini per un totale di 13 pozzi e 125 uomini (K.A. p. 368).

• FIEROZZO. Negli «Acta Mineralia de Persen», non registrati, del 1678 (Vicario Andrea Malfatti), a Fierozzo pozzo Pruendllan (K.A. p. 372).

• FIEROZZO. 1750. A San Francesco dimora un gruppo «argenti oporis» proveniente da Schwatz (Sbotii). (S. Francesco. Atti matrimoniali-battesimi).

• FIEROZZO. I conti Bellati di Feltre nel 1759 gestiscono miniera e forno fusorio (A.S.T. Libri Copiali 26 n. 114).

• FIEROZZO. 1780. La Casa Imperiale di Vienna sfrutta la zona per l'estrazione di Ag con amministratore minerario Bernwerth (G.S.)

• FIEROZZO. 1787-1810. Abitano a S. Francesco Hunteccher, Pocher, Modespocher, Spadt, Pergher, Stolbizer, Braczmaz, specialisti per l'argento (S. Francesco. Atti

matrimoniali-battesimali).

• FIEROZZO. Anno 1816. Con editto pubblico il direttore delle miniere di Fierozzo, Hofer, mette in vendita cinque miniere di Ag.

• FIEROZZO. 1826. Presenza a S. Francesco del sovrastante alle miniere Naiauzew (S. Francesco. Atti matrimoniali).

• FIEROZZO. 1856. Si costituisce società commercianti per l'esercizio vecchi pozzi Cu Fierozzo, attiva fino 1878 (K.A. p. 378).

Frassilongo

▲ + 21) FRASSILONGO - Tipo b). Altitudine 1300 m. Estesa area mineraria che porta il nome di «Bis», a sud della malga Terrebis; le antiche discariche coprono 5 ettari. Alcune discariche in dispiuvio a 1400 m., su una delle quali, vicino al maso Paoli, si rinvenne frammento di percussore litico.

▲ ▲ + 29) TERREBIS. Altitudine 1420 m. Una estesa installazione, del tutto priva di vegetazione, circa 200 m. a monte della malga Terrebis.

▲ ▲ + 30) METERBIS. Altitudine 1230 m., nei pressi della malga Meterbis, oggi in rovina, è possibile trovare frammenti di scoria grezza di notevoli dimensioni. Non è stata localizzata la installazione. Nelle immediate vicinanze vi sono numerose tracce di gallerie e discariche piuttosto grandi.

• ZENTO GROBE, quota 1360-1470 m. prossima alla Kamaus (Roveda). Miniere settecentesche, tracce entrate.

Frassilongo-Roveda

• TERREBIS. A quota 1470 m. discarica Ultimo Bronzo lunga m. 79, ricchissima di incudine, levigatoi, scorie grezze e lisce. Rinvenimento ceramica significativa (G. Šebesta «La via del rame» in Economia Trentina n. 2, Trento 1989 p. 87-91).

• RIO DELLA CASARA. A quota 1580 m. su una sponda 2 grandi levigatoi, scorie grezze e lisce.

• EIM-JEIM. A quota 1580 m. Deposito di fahlerz e di frammenti di rame nero. Un grande levigatoio rettangolare con incisioni equidistanti oblique e parallele. Frammenti di un secondo, scorie sottili.



Eim-Jeim (Roveda). Trincea di scavo.

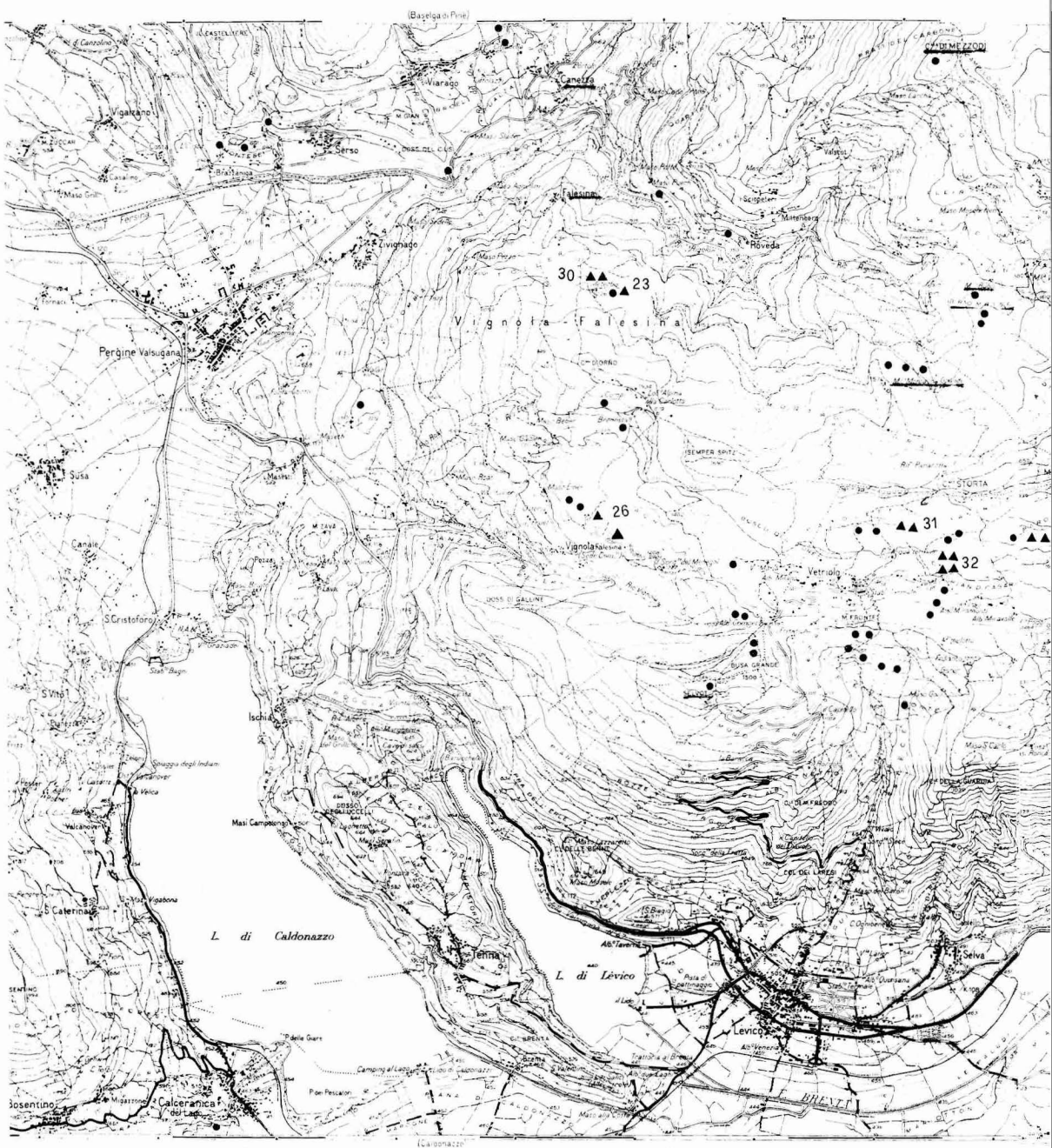
- **MALGA GRANDE.** A quota 1498 m. Nell'esbosco realizzato fra le quote 1480-1390 grandi quantità di scorie grezze.
- **BROMBIS.** Quota 1350 m. Durante dissodamento scorie grezze.
- **FRASSILONGO.** Anno 1403 12 pozzi (K.A. p. 348).
- **FRASSILONGO.** Negli «Acta Mineralia 1581-1582», lavorano Stoff Smytt, Battista Prosser e Luigi Madun (K.A. p. 365).
- **FRASSILONGO.** Anno 1596. Concessione mineraria a destra della strada in località detta «Busa de S. Zuan» (K.A. p. 366). (Pergine Archivio IV/246 1596 26 marzo).
- **FRASSILONGO.** Anno 1711. A Battista Leporini di Vicenza viene rilasciato un nuovo giacimento di minerale di rame. Pozzo S. Barbara (K.A. p. 375).
- **FRASSILONGO.** Anno 1721. Relazione del Giudice Minerario Egger sulla decadenza di quelle miniere (K.A. p. 375).
- **FRASSILONGO.** Anno 1735. Lavora la Società Milesi che si scioglie nel 1750 (K.A. p. 376).
- **FRASSILONGO.** Anno 1756. Fonderia Bellati sul monte di Frassilongo nel luogo detto Milpoch sul confine della regola di Fierozzo (A.S.T.A.N. Francesco Alpruni 1756 4 luglio).
- **FRASSILONGO.** Anno 1761. I fratelli Troieri di Venezia investiti miniera Pb località «alli Drazeri» (A.S.T.A.N. Francesco Alpruni 1761 22 settembre).
- **MILPOCH.** Anno 1779. Fonderia Bellati (A.S.T.A.N. Gian Giuseppe Ghebel, 1779).
- **MILPOCH.** Anno 1783. Al Milpoch confinante col rio della Valle fonderia e miniera

portate via dalla Fèrsina al maso Jobstraibizeri (A.S.T.A.N. Gian Giuseppe Ghebel 1783 11.5).

Falesina-Vignola (Tavola II^a)

- ▲ +23) **MALGA METERBIS** - Tipo b). Altitudine 1230. Antichi scavi con estese discariche. Lavoro in Epoca Bronzo provato dalla vicinanza di una fonderia, benché non si trovino indizi.
- ▲ +26) **VIGNOLA** - Tipo b). Altitudine 1250 m. Molte vecchie coltivazioni sfruttate ora per fluorite.
- **ALLE SLACHE.** Vignola. Quota 1335 m. Scorie grezze concentrate. Probabile fonderia Ultimo Bronzo.
- **VIGNOLA.** Anno 1430. Miniera di Pietro Fitzer (K.A. p. 349).
- **VIGNOLA.** Anno 1524. Miniera in attività con quattro forni ed affinatoio (K.A. «Persen» p. 356).
- **VIGNOLA.** Anno 1531. Negli accordi della permuta di Pergine con Bolzano sono indicate a Vignola due miniere (K.A. p. 359).
- **VIGNOLA.** Anno 1547. Dai registri contabili Vignola da rese in Ag e Cu (K.A. p. 364).
- **VIGNOLA.** «Acta mineralia 1581-1582». Operano sul luogo Lienhart Petter, Antonio Jessing, Domenico Moar (K.A. p. 365).
- **VIGNOLA.** Anno 1640. Si riattivano le miniere a suo tempo chiuse (K.A. p. 369).
- **FALESINA.** Montagna Grande «a Pedroc» una miniera di rame dove esisteva già miniera abbandonata da Pfitscher (K.A. p. 370).
- **VIGNOLA.** Anno 1705. Conflitto fra Vignola ed il Vicario Minerale per il legname della miniera (K.A. p. 374).
- **SELVOT (Vignola).** Anno 1708. Antonio dal Monte ottiene concessione nuovo pozzo vetriolo sul Selvot (K.A. p. 374).
- **VIGNOLA.** Anno 1710. Conflitto per legname miniera vetriolo di Antonio dal Monte (K.A. p. 374).
- **VIGNOLA.** Anno 1721. Relazione del nuovo Giudice delle Miniere Egger sulla rovina di quelle miniere (K.A. p. 375).
- **VIGNOLA.** Anno 1735. La società Milesi realizza una fonderia «in Seewies» (K.A. p. 376).
- **VIGNOLA.** Anno 1750. Si scioglie la Società Milesi (K.A. p. 376 - A.S. p. 199).

Tavola II^a



Vignola-Vetriolo

▲ +27) VETRIOLO - Tipo b). Altitudine 1650 m. Nella montagna sopra Vetriolo vecchio si trova un visibile e stupefacente esempio di terreno minerario dell'Epoca Bronzo con numerosi attrezzi di porfido per la frantumazione del minerale.

• VETRIOLO. Salendo alla fonte dell'acqua termale ed in direzione della laveria descritta da Preuschen sulla destra ed a quota 1550-1600 m. scorie grezze. Però non si trova la fonderia.

• VETRIOLO. Salendo lungo la laveria a destra ed a sinistra del canale artificiale da quota 1490 a 1590 m. numerosissime incudini (basta scavare dovunque). In alto, dove apparentemente finisce, levigatoi sulla sinistra e speciali incudini con bordo sopraelevato tutt'intorno di 1-2 cm. All'interno piccole conche della grandezza di una arancia. Stritolatori, più che percussori, a guisa sempre di arancia. In alto a destra depositi di codesti reperti realizzati sia da Preuschen che Šebesta.

• VETRIOLO. Sotto la immediata partenza della telecabina, scendendo a valle verso Monte Fronte tracce di un ruscello. A destra e sinistra dello stesso incudini e levigatoi.

▲ ▲ +31) FORESTA PAROLETTI. Altitudine 1700 m. Vicino al margine superiore del terreno minerario di Vetriolo dell'Epoca Bronzo sparsi pezzi di scorie grezze.

La posizione delle fonderie non è individuabile.

• PAROLETTI. Vasta area ad occidente ed oriente della laveria protesa verso Cima Storta e Panarotta da quota 1650 in su. Si trovano scorie grezze, ma salendo in alto levigatoi ed incudini.

▲ ▲ +33) MALGA PRESE 1. Quota 1250. Presso la stalla della malga alcuni pezzi di scorie grezze. Fonderia non individuabile.

▲ ▲ +32) OGNIBENE. Quota 1490 m. Sopra il maso Ognibene (chiamato anche Maso dei Pancheri) per la strada che conduce a Malga Rosa è stata evidenziata una grande fonderia che si estende verso il bosco.

• MALGA DELLE ROSE. Quota 1354 m. Una trentina di m. sotto la strada, in un bosco rado ed a basso fusto di picee, scorie grezze di notevole dimensione.

▲ ▲ +34) MALGA PRESE 2. Altitudine 1260 m. Circa a 250 m. ad oriente di Malga Prese

nel bosco al di sotto della strada per Malga Novaledo si trovano pezzi di scorie grezze, senza che si possa identificare la fonderia.

▲ ▲ +35) MALGA BROI. Altitudine 1400 m. Fra Malga Novaledo e Malga Broi nei pressi della strada carrozzabile si rinvennero pezzi isolati di scorie grezze di medie dimensioni.

▲ ▲ +36) MALGA MASI. Altitudine 1620 m. Pezzi di scorie grezze abbastanza grandi. Sito della fonderia inidentificabile.

NB: Mentre prima di quest'ultima guerra era difficile, partendo da Vetriolo, raggiungere Cinque Valli, le malghe e le cascade che si trovavano a valle ed a monte di una semplice carrareccia per le frequenti slavine, oggi giorno la strada è agibile con macchina.

Le scorie grezze si trovano lungo il percorso. Basta andare a piedi, osservare i bordi con attenzione. Sono invece difficilmente identificabili nel sottobosco, dove però un esperto può rintracciare il luogo per la poca frequenza degli alberi, per una particolare loro secchezza.

Sono più facilmente identificabili nelle aree pascolive dove le pecore e le mucche, pascolando, radono il prato mettendo in luce certe zone a colore diversificato anche per lo sviluppo di erbe particolari (silene inflata). Dove i sentieri sono stretti ed ancora più profondi la stessa ricerca è più facilitata. Cinque Valli è nota per questa peculiarità.

• MONTE FRONTE. Anno 1459. Tommaso Cazzuffi viene investito della miniera dopo «la Costa» e del monte di S. Valentino (B.C.T. man. Cazzuffi 173 p. 65).

• MONTE FRONTE. Anno 1541. Teodoro Busio investito della miniera di vetriolo sul Monte Fronte (B.C.T. misc. 1848 fogl. 231 - A. Cetto «Castel Selva e Levico», Trento 1952 p. 342).

• MONTE FRONTE. Anno 1550. Busio Castelletti di Nomi e Pitscher (K.A. p. 364).

• MONTE FRONTE. Anno 1573. Francesco Fritzer, Lienhart e Wallinger di Augusta investiti miniera vetriolo che commerciano a Venezia (K.A. p. 365).

• MONTE FRONTE. Anno 1575. La miniera passa ai fratelli Dario e Cesare Castelletti di Nomi (K.A. p. 365).

• MONTE FRONTE. Anno 1603. Rinnovazio-

ne miniera Monte Fronte a Francesco Rusca, Jacobo Roccabruna, Pietro Fitzer (A.S.T. Feudali XVIII s. 122. 1603 10 sett.).

- FALESINA. Anno 1620. Samuele Sulmona agente delle miniere di vetriolo a Falesina vicino alla Casara (Arch. Comunale Pergine III/42).

- MONTE FRONTE. Anno 1624. Miniere di vetriolo chiuse ridate in concessione ai veneziani Angelo Josso, Lorenzo Otellino ed Emanuele Pontalto (K.A. «Persen» p. 368).

- MONTE FRONTE. Anno 1653. Leonardo Monte addetto alle miniere del vetriolo (Arch. Com. Pergine III/50-70).

- MONTE FRONTE. Miniere di vetriolo in attività (K.A. «Persen» p. 375).

- MONTE FRONTE. Anno 1764. Domenico Florindo Dorna investito miniera a Monte Fronte (A.S.T.A.N. Francesco Alpruni, Pergine 1764 16 mag.).

- MONTE FRONTE - (Levico). Anno 1772. Il Vicario Minerale Bartolamei afferma davanti alla commissione mista Austro-Trentina l'esistenza di una miniera di vetriolo a Monte Fronte ed a Levico (A.S.T. Atti Trentini XIII. 1 b, pos. 5).

Cinque Valli

Si può giungere a Cinque Valli seguendo la vecchia carrareccia Vetriolo, Malga delle Rose, Malga Erterli, o partendo da Roncegno per la direttissima Roncegno-Rio dell'Argento o per la strada che congiunge i masi Roncegno-Erterli.

- ▲ + 28) CINQUE VALLI - Tipo b). Altitudine 1530 m. Parecchi vecchi scavi e discariche allargate, con molta calcopirite. Un lavoro in Epoca Bronzo è provato indirettamente da fonderie nelle vicinanze, seppure i test minerari non siano chiari.

- ▲ ▲ + 37) CINQUE VALLI 1. Altitudine 1570 m. Lungo il percorso della Società Alpina Roncegno-Panarotta. Molte scorie grezze e piatte di tipo sottile.

- ▲ ▲ + 38) CINQUE VALLI 2. Altitudine 1480 m. Estesa installazione sul limite inferiore della discarica recente.

Molte scorie grezze, in parte in forme giganti; abbondanti scorie piatte sulle rive del Rio Argento.

- ▲ ▲ + 39) CINQUE VALLI 3. Quota 1450 m. Una grande installazione sui bordi della strada da Malga Erterli alla miniera di Cinque Valli lungo le rive del torrente Argento. Molte scorie grezze, scorie sottili e sabbia di scorie.

Un grande levigatoio (per minerale e riduzione di scorie in farina) sta in posizione di lavoro, più lontano frammenti di piccoli attrezzi di pietra.

- MALGA ERTERLI. Altitudine 1423 m. Scorie lisce e sottili dovunque intorno, segnalate dalla presenza della Silene inflata.

- RIO ARGENTO. Risalendo il rio subito dopo la Malga Erterli sulla destra orografica a quota 1452 forno di II o III fusione. Scorie sottili. Sulla strada ed al centro, sotto zolle, ceramica tipo Serso. Una incudinella parallelepipedica con incavi profondi sulle 6 facce (M.U.C.G.T. S. Michele all'Adige).

- Salendo dalla località del forno fino al muraglione che trattiene la discarica della miniera a sinistra ed a destra, su vasto spazio, scorie grezze di notevoli dimensioni a quarti, sabbia di scorie, rare scorie sottili e piatte.

- Bocca di entrata della miniera di Cinquevalli. Una grande cavità di difficile accesso. Si intravedono in basso delle impalcature lignee irraggiungibili. Di fronte alla imboccatura, ad una cinquantina di metri, una parete di roccia emergente ed a livello di terra l'accenno ad una volta di galleria da cui sgorga acqua. Scavando lì si rinvenne un quarto di palmento di macina rotatoria in granito a raggiere sicuramente romano (M.U.C.G.T. S. Michele all'Adige).

- MALGA SMEL. Quota 1557 m. Nelle prossimità del rio scorie grezze.

- ▲ ▲ + 40) MALGA ERTERLI 1. Altitudine 1420. Piccola installazione soffocata dalla vegetazione in prossimità del sentiero Passo Fringuelle-Erterli.

- ▲ ▲ + 41) MALGA ERTERLI 2. Altitudine 1410. Pochi frammenti piccoli di scorie grezze e sottili, scorie piatte presso due ruscelli provenienti dal terreno paludoso degli Erterli.

- ▲ ▲ + 42) MALGA ERTERLI 3. Quota 1410 m. Fonderia fortemente occultata da vegetazione sul sentiero Tesobbo-Erterli.

Piccoli pezzi di scorie grezze e scorie piatte e sottili.

- ▲ ▲ + 43) MALGA CASTELLO 1. Altitudine

1400 m. Sull'alpeggio a S.O. della Malga Castello (chiamata anche Malga Reto) si trova un piccolo impianto per la frantumazione delle scorie.

▲ ▲ + 44) MALGA CASTELLO 2. Altitudine 1400 m. Circa a 50 m. dal citato impianto, a S.O., emergono nella terra di un campo di patate, recintato, abbondanti frammenti di scorie grezze e scorie piatte sottili.

Poiché nell'area di Cinque Valli il Rio dell'Argento e la Val Larganza convergono su Roncegno, la situazione storico-mineraria ci offre queste notizie

- RONCEGNO. Anno 1640. Concessione ad Alessandro a Prato e soci per scavi minerale argentifero scoperto sopra Roncegno nella Val Larganza (K.A. p. 369).

- VAL LARGANZA. Anno 1734. Concessione mineraria ai Fratelli Rodigari e successo. Si realizza così nel 1735 una fonderia a Roncegno (K.A. p. 376).

- VAL LARGANZA (Roncegno). Il conte Tannenbergh nel 1810 rimette in efficienza la vecchia fonderia sullo sbocco della Val Larganza che rimane attiva fino al 1845 (K.A. p. 377).

- CINQUE VALLI. Nel 1890 Luigi Hoffingot estrae a Cinque Valli minerali di Cu, Pb e Zn presso il «sasso dell'argento».

▲ + 32) PREGOSSI - Tipo b). Quota 840 m. Potente filone di quarzo con pirite e calcopirite. Tracce minerarie indistinte.

▲ + 33) VAL CAVA - Tipo b). Quota 1260 m. Attraverso la nuova strada appaiono grossi blocchi di quarzo con nuclei di pirite e calcopirite. Sotto la strada grande discarica coperta da vegetazione.

Massi di quarzo con questa mineralizzazione si incontrano, via via, fin verso S. Francesco (Suerta).

▲ + 34) MALGA PRIMA BUSA - Tipo a). A quota 1670 m. Sulla cima della Val Cavé, sul pendio al di sotto della Malga di Prima Busa, numerosi massi di roccia intrusiva con minuscole inclusioni di pirite e calcopirite. Accanto all'affluente orientale del torrente Ceggio si trovano frammenti sparsi di scoria grezza. Per la difficoltà del terreno scosceso impossibilità individuare fonderia.

Area di Roncegno

▲ + 29) TESOBBO - RONCEGNO - Tipo b). Altitudine 900 m. Dell'importante terreno minerario del XVI secolo, oggi si notano ancora due scavi, un nominato «buso tosego» (= Giftloch) così chiamato per il contenuto di arsenico nel giacimento. Ancora oggigiorno i contadini mettono in guardia coloro che sono alla ricerca di minerali sulla discarica.

▲ + 30) PAMERA - RONCEGNO - Tipo c). Altitudine 980 m. Nella parte occidentale della frazione Pacheri il giacimento a solfuri misti di Pamera soprattutto con ematite, poi pirite-calcopirite e quarzo. Parecchie vecchie escavazioni con imponenti discariche.

- LARGANZONI. In cima al paese di Roncegno, vicino alle «Fonderi» e nei piccoli orti fra casa e casa, scorie grezze di notevoli dimensioni.

▲ + 31) LAITE - RONCEGNO - Tipo a). Altitudine 930 m. La mineralizzazione delle Laite, molto piccola, si trova circa ad 1 km. ad oriente della frazione Bocheri. Vene sottili, qualche millimetro di pirite e calcopirite in minerale di manganese, infittiscono dovunque la roccia effusiva acida. Nessuna presenza di attività mineraria.

Ernst Preuschen, prima di passare alla descrizione della località «Pregossi», puntualizza succintamente che le montagne sopra Torcegno furono sfruttate nel secolo XVI. Richiama all'attenzione Roncegno e Torcegno come i più famosi centri minerari della Val Sugana ed informa che le montagne che delimitano Val Cavé presentavano ai tempi delle sue ricerche poche tracce minerarie visibili.

▲ + 32) PREGOSSI - Tipo b). Altitudine 840 m. Potente filone di quarzo con pirite e calcopirite. Tracce minerarie prive di chiarezza.

Area della Val di Cavé

▲ ▲ + 45) MALGA DESÈNE. Altitudine 1410 m. Grande installazione venuta in luce sulla strada Malga Serot-Torcegno. Frammenti, scorie grezze, qualche scoria piatta e sottile.

▲ ▲ + 46) MALGA CREPALDO. Quota 1200. Frammenti di scorie grezze nel bosco a pochi metri a valle di Malga Crepaldo. Fonde-

ria difficilmente individuabile per il fitto sottobosco.

▲ ▲ + 47) **MALGA SAMONA 1.** Altitudine 1620 m. Grande fonderia, ma coperta da forte vegetazione. Numerose scorie grezze in frammenti nella prossimità di un piccolo rio.

▲ ▲ + 48) **MALGA SAMONA 2.** Altitudine 1950 m. Sulla sponda paludosa del rio numerosa presenza della pianta test «*Silene inflata*»; nel terreno molte scorie piatte di tipo sottile.

▲ ▲ + 49) **CHIUSURA DI VAL CAVÈ.** Altitudine 1600 m. Accanto all'affluente Ceggio, vicino alla chiusura della valle, si trovano scorie grezze sparse. Nel terreno disseminato di blocchi di frana e detriti di falda, la fonderia non è individuabile.

• **RONCEGNO.** 1640. Alessandro a Prato investito in Val Larganza di miniera (A.S. -Sperges p. 130).

• **LARGANZA.** Sec. XVI produzione Pb presso Borgo Valsugana (A.S.T. Atti trentini XIII.9).

• **BORGIO.** Negli «Acta mineralia» 1581-1582, gestiscono miniera Antonio Botsch e Giovanni Balder (K.A. p. 365).

• **BORGIO.** 1687. Andrea Somal di Murano, Francesco Carlon, i fratelli Babaloni riattivano vecchi pozzi in Val Larganza; esenzione 5 anni (K.A. p. 373).

• **CAVÈ (Montagna di C.).** 1777. Investitura della miniera di Cu prima abbandonata (A.S.T.A.N. Andreatta Giacomo, 6 luglio 1733).

• **SCURELLE.** 1773. Investitura miniera nella montagna di Scurelle «ai Cengioti», sotto la strada miniera di Cu, Pb, Ag. (A.S.T.A.N. Andreatta Giacomo, 1733 16 dicembre).

• **CENGIOTI.** Scorie grezze in piccole pezzature.

• **S. FRANCESCO (Affluente orientale del Ceggio).** A quota 1400 m. scorie grezze.

Bieno (Tavola III^a)

• **RIO GALLINA.** Ad occidente di Malga Rava, a monte della strada ed a quota 1500 m., scorie grezze a quarti concentrate. Fonderia.

• **MALGA CAGNÒ DI SOTTO.** Altitudine 1780 m. Sulla sponda sinistra del torrente Maso scorie sottili, poche grezze.

• **VAL PIA (Bieno).** Quota 919 m. Passato un torrentello, dopo la curva sullo stesso, a monte ed a 20 m. scorie grezze a mezzi pani. Molti.

Tesino

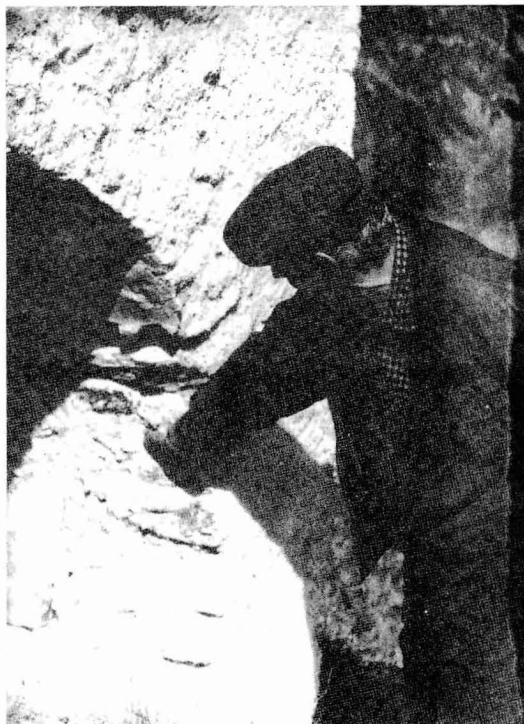
• **QUISTANSANA (Forcella di Pieve Tesino).** Quota m. 932. Scorie grezze.

• **COL DI CROL.** Altitudine 1095 m. Castelliere. Scorie grezze.

• **DRIO CASTELLO.** Altitudine m 933. Scorie grezze.

• **DOSSO DI S. IPPOLITO (Castello Tesino).** Quota m. 888. Sulla destra, osservando Pieve Tesino, dietro il cimitero scorie grezze sottili in piccoli frammenti. Moltissimi frammenti di cotto (R. Perini 1978).

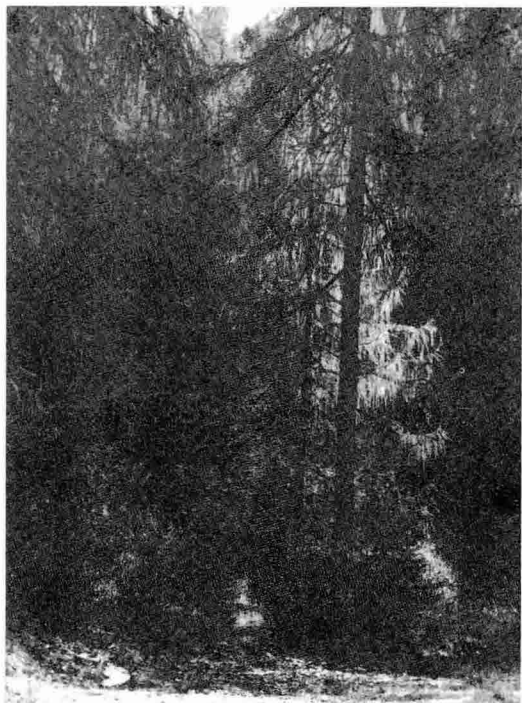
• **CAPITELLO DI S. PIETRO (Masi Zotta).** A quota 1050 m., accanto alla strada per il Broccone, la volta ad arco sul retro del capitello è formata di molte scorie grezze (pure R. Perini).



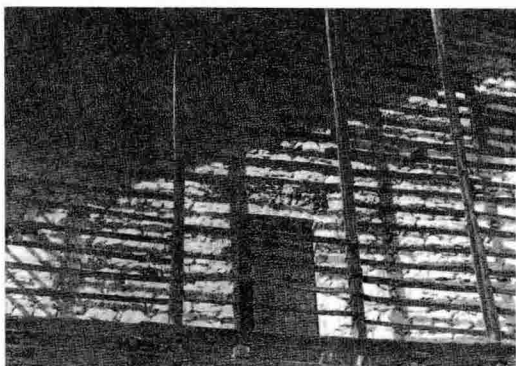
Capitello di S. Pietro (Strada del Broccon-Masi Zotta). Il dr. Renato Perini segna sul retro e nell'arco del capitello le scorie grezze.

- **VAL ZOTTA** (Castello Tesino). Altitudine 1075. 182 scorie grezze a mezzo pane e frammenti (Perini R. 1987).

- **MASI ZOTTA**. Quota 1110 m. Sulla destra degli stessi verso il boale scorie grezze con spessori medi di 7-9 cm. e scorie lisce sottili fino a 1 mm. di spessore. Area di forni fusori di prima e seconda fusione e di affinamenti al crogiuolo. (Pure R. Perini).



Masi Zotta. Luogo dello sterro dove emergono le scorie nelle varie tipologie.



Parete del Maso Zotta nella cui muratura si evidenziano con facilità le grandi scorie grezze usate come materiale costruttivo.



Dettaglio della precedente.

Le pareti delle casette degli Zotti sono piene di scorie grezze; il boale stesso da quota 1070 m. salendo su e su fin sotto gli strapiombi presenza scorie grezze e sottili ridotte in piccole pezzature.

- **FRADEA** (Pieve Tesino). Altitudine 1065 m. Scorie grezze lungo il rivo. Presenza di Silene inflata come a Cinque Valli (Perini R. 1987).

- **MASI TONI ZECOLA** (Fradea). Quota m. 1172. Scorie grezze e lisce.

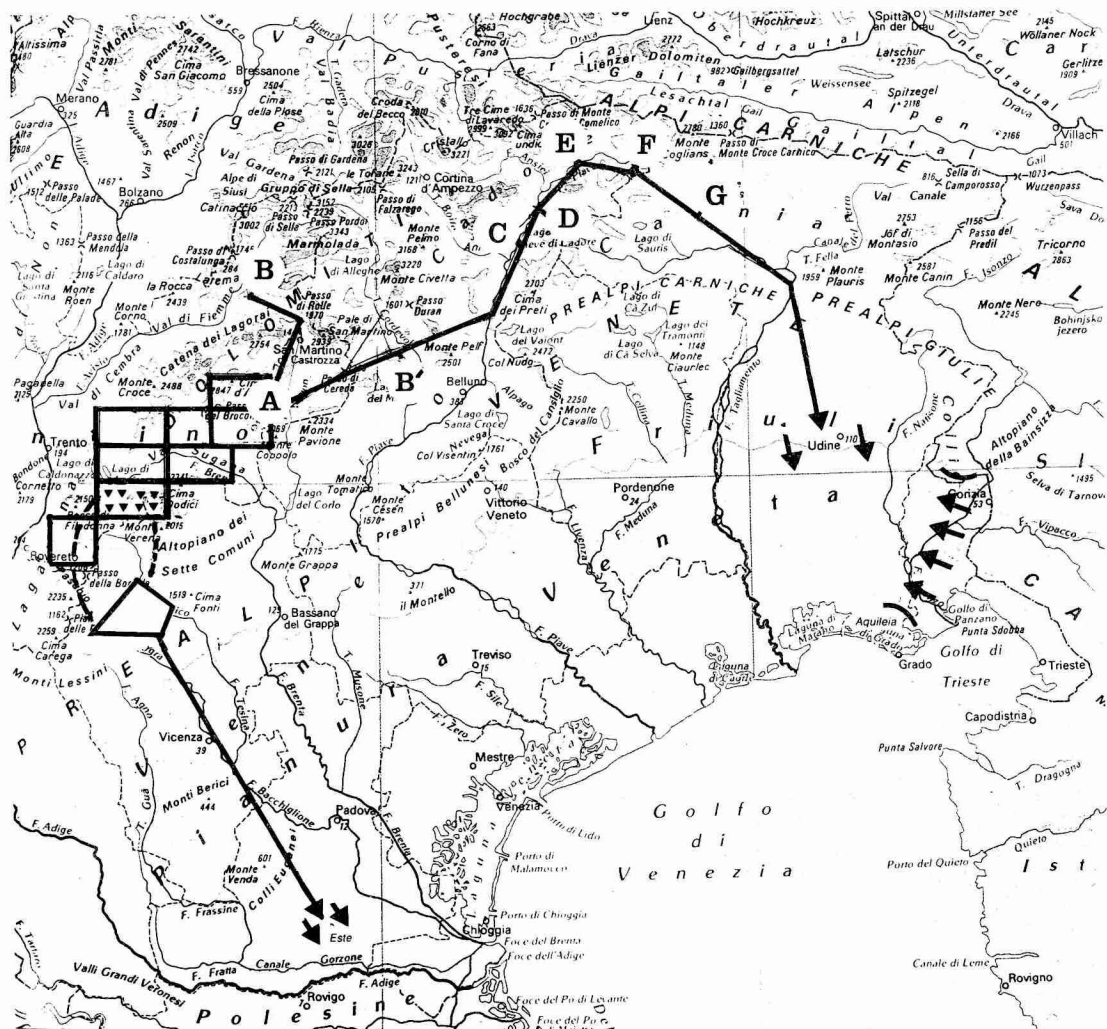
- **PASSO del BROCCON**. Spostandosi a destra si raggiunge quota 1604 m. Scorie grezze di notevole dimensione proprio alla sommità di Val Corbelle (Anche T. Pasquali).

Primiero 1 (Tavola IV^a - Tavola V^a)

Non è difficile ipotizzare dall'area di Fiera di Primiero (A), sfruttata in Ultimo Bronzo, una pista tracciata fra i laghetti di Colbricon, il Passo di Rolle ed il Mulat (B) ricco di affioramenti di pirite di rame con presenza di scorie grezze e ceramica annessa.

Fiera di Primiero, attraverso il Passo di Cereda, proponeva un allungamento della «via del rame» in val Imperina (B) (Agordino), ricca di mineralizzazioni di rame e che attualmente presenta test metallurgici analoghi a quelli della Val dei Mòcheni e Cinque Valli.

Val Imperina, che portava a Pieve di Cadore (C), ricca di reperti archeologici Retici e di iscrizioni paleovenete (290) e lungo il Piave a Vigo di Cadore (D), ricca di altre pre-



senze di minerali di rame come più oltre a Santo Stefano (E) lungo il Torrente Padola nelle prossimità di Gera.

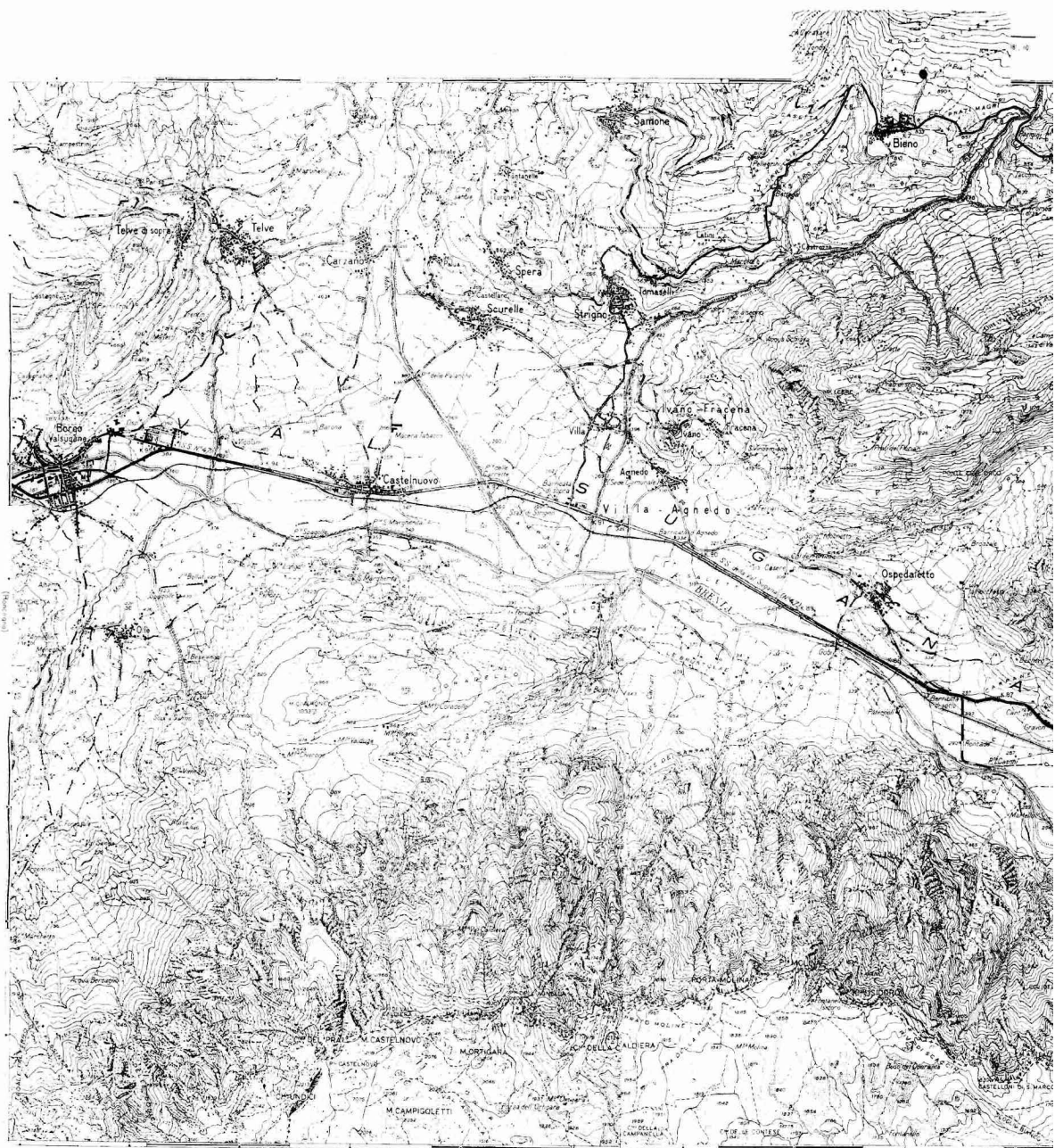
Da questo ultimo caposaldo estrattivo-fusorio sarebbe stato agevole per i commercianti di rame raggiungere Cima Sappada (F), Tolmezzo (G) e di lì, seguendo il Tagliamento o scendendo le Prealpi Giulie, giungere in quello spazio Gorizia-Aquileia, attraverso il quale erano passate le correnti migratorie del II millennio a.C. che si trascinavano dietro quei metallurghi che già dal 2500 a.C. avevano sperimentato in Jugoslavia l'utilizzo del rame nativo in fase fredda e fusoria.

Preuschen stesso non trascura l'area del Primiero, ricca di coltivazioni minerarie, secondo lo Srbsick, fin dall'inizio del XIII secolo.

Egli segnala vicino a Primiero ed a quote non certamente elevate:

▲▲ 50) PEZZE ALTE 1. Quota 1110 m. Piccola fonderia, lungo un ruscello, occultata da vegetazione; scorie grezze emergono dal terreno a bosco.

▲▲ 51) PEZZE ALTE 2. Altitudine 1270 m. Grande fonderia coperta da fitta vegetazione. Fra il sentiero del C.A.I. ed un piccolo ruscello, spuntano abbondanti scorie grezze, sottili-piatte, mescolate a terreno boschivo.



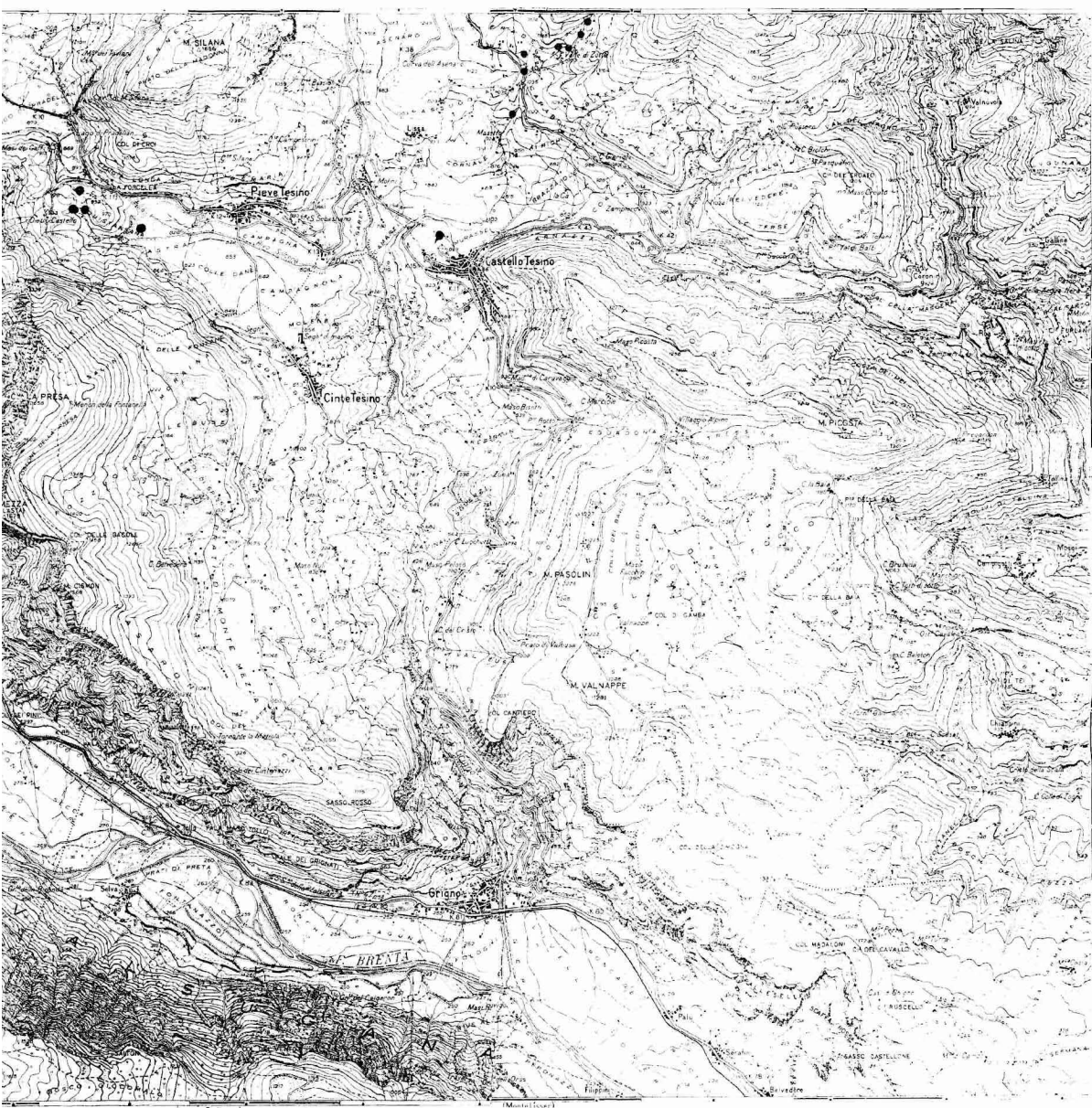
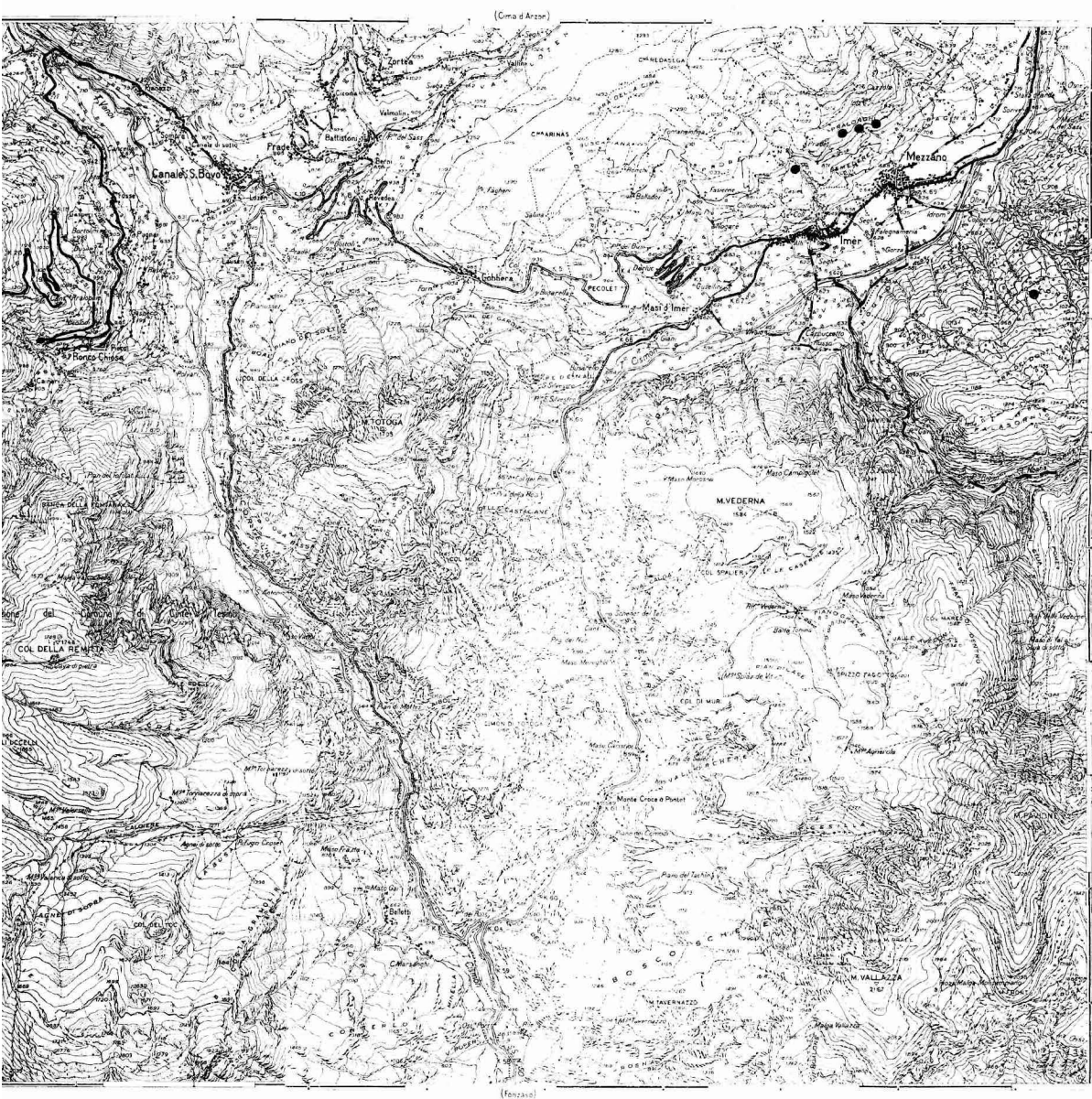


Tavola IV^a





Tutta una serie di annotazioni storiche ci presentano il Primierotto fertilissimo per una intensa metallurgia Ultimo Bronzo. I dati chiariscono presenza notevole di calcopirite, di tetraedrite e di minerali di rame associati a galena argentifera.

- PRIMIERO. Anno 1477. Ordinamenti minerari imposti da Sigismondo d'Austria (W.v.W. p. 341).

- PRIMIERO. Anno 1478. Rese minerarie per ferro a Transaqua, alla S. Croce (W.v.W. p. 341).

- PRIMIERO. Anno 1485. Da questo anno si succedono una serie di Vicari Minerali (W.v.W. p. 342).

- MONTE ARZON. Attivo dal punto di vista minerario fin dal XII sec. (R. S. p. 241).

- COLSANTO. Secondo lo Srbik forniva rame e ferro sotto forma di solfuro misto a tetraedrite. Massima attività anno 1450 (R.S. p. 241).

- VALLE SAN PIETRO (Imer). Si coltivava rame, argento, piombo (Archivio Welsperg. Monguelfo cass. 71, fogl. 55).

- BUS (Imer). Al di sotto della strada, nei campi, scorie grezze.

Valle del Vanoi

- ARZON. Solfuro doppio di ferro e pirite con fahalite e tetraedrite.

- VALUNGA (Rio Vanoi). Filoni di Cu emergenti, alimentati dai fianchi settentrionali di Cima d'Asta.

- PRALONGO. Da quota 1200 m. a quota 1380 affioramenti di quarzo impregnato di calcopirite.

Caoria

- CAMPO FIAMENA (Caoria). Quota 910 m. Affioramenti di quarzo contenenti calcopirite.

- VALSORDA. Giacimento Pb e Cu.

- VAL REGANA. Giacimenti cupriferi affioranti.

Val Reganel

- MALGA REGANEL DI SOTTO. Altitudine 1100 m. A destra del torrente, affioramenti di calcopirite misti a pirite di ferro.

- REGANEL. Quota 1370 m. Affioramenti di quarzo con abbondante quantità di pirite di ferro e poca calcopirite.

- REGANEL. Quota 1500 m. Vicino al ruscello filone di pirite, marcasite e pirite di rame.

- REGANEL. Salendo il Reganel, a quota 1523 m., scorie grezze in mezzi pani.

- RIO DI VAL REGANA. Quota 1408 m. A destra del rio scorie grezze.

- RIO DI VAL REGANA. A quota 1500 m., nelle prossimità di Campo Regana, scorie grezze e piatte. Piazzola di fusione.

- VAL REGANEL. Anno 1528. Concessione mineraria a Sebastiano Wurms e soci di Augusta (W.v.W. p. 345).

- REGANEL. Anno 1630. Scavi minerari dei fratelli Pietro e Marco Antonio Castagna (W.v.W. p. 350).

- BRUSAGO-EX LAGO DELLE BUSE. Scorie sottili espulse dalla torba.

Confine Caldonazzo - Brenta (Tavola II^a)

Il lago di Caldonazzo ed il Brenta segnano decisamente il confine che contrappone alle montagne fin qui trattate il vastissimo altopiano Folgaria-Lavarone-Vezzeno-Asiago. Di fronte all'asse Novaledo-Roncegno-Borgo si stende quasi parallelamente la Valle di Sella a cui Ernst Preuschen dedicò le annotazioni seguenti:

▲ + 35) VAL DI SELLA (Borgo) - Tipo c). Altitudine 950 m. Sul versante meridionale della Valle di Sella si trovano vecchi scavi, in corrispondenza di una manifestazione a solfuri misti che affiora in un lembo di scisti nel calcare mesozoico mediante una fine impregnazione di pirite, calcopirite e galena.

Già nel 1793 Giuseppe Andrea Montebello⁽²⁷⁵⁾ scriveva:

«Come fu detto altrove, per un tratto di terreno in Sella si vede sparsa gran quantità di loppa di ferro, indizio che quando nella Valsugana si coltivavano miniere, ivi c'era il forno per colare del materiale».

⁽²⁷⁵⁾ MONTEBELLO G.A.: «Notizie storico topografiche e religiose della Valsugana e di Primiero», p. 278, Rovereto 1793.

Lo stesso Srbik ⁽²⁷⁶⁾ accennava ad una miniera sfruttata in medioevo.

Sella di Valsugana fu la sede delle mie vacanze estive per molti anni fino al 1945 e le notizie del Montebello furono note a tutti i frequentatori fissi.

Io, Renato Marchi, Mario Coggiola, assistente di chimica alla università di Pavia, conoscevamo benissimo le scorie e le individuavamo salendo poi, per molti anni, a Malga Manazzo dove, disperdendoci sulle Vezene e Luserna le ritrovavamo.

Scorie grezze, a volte grandissime, a forma di un quarto o mezza focaccia, che ci portavano a pensare soltanto ai minatori medioevali.

- **VAL DELLE TAVOLE.** Da quota 1550 m. in su si rintracciavano numerose scorie grezze indice di una fonderia. Lorenzo Dal Ri le vide nel 1971.
- **VAL DELL'ACQUA (Sella).** Salendo da villa Segnana circa 200 m. sopra, vicino al rio, sulla sinistra orografica, scorie grezze di notevoli dimensioni.
- **SELLA.** Da villa Marchi (ex Ambrosi) incrociando il sentiero con villa Degasperì all'attacco per Malga Manasso, accanto al ruscello, scorie grezze molto voluminose.
- **SELLA. PRATO DELLA BUSA (Montagnola).** Un ammasso notevole di scorie grezze.
- **SELLA.** Ruderì della chiesetta conti Ceschi. Scorie grezze.

Ho sempre pensato che queste due ultime località fossero state scelte dai minatori cinquecenteschi perché da Barco si spostava in alto una possente colonna di aria ascensionale che avrebbe favorito il processo di riduzione nei forni fusori.

Scendendo a Barco attraverso le campagne raggiungevamo il «doss dei Lunari» dove c'era un deposito di scorie grezze e di lì, costeggiando i piedi dei monti che incombono su Caldonazzo, si raggiungeva una vecchia strada che portava al Doss Tondo ed a Caldonazzo. A 100 metri dall'attuale cartello «Doss Tondo», a quota 537-582 m., il dott.

Carlo Prati rintracciava (1965) nel bosco verso il Maso Giamai scorie grezze e materiale granuloso che all'analisi chimica risultava di ferro.

La storiografia mineraria per Caldonazzo-Calceranica fissa:

- **CALDONAZZO.** Anno 1595. Samuele Seeman e Daniele Wallinger concessionari di miniera di vetriolo a Caldonazzo (K.A. p. 365).
- **CALDONAZZO.** Anno 1640. La miniera di Caldonazzo infeudata dopo il 1640 ad Antonio dal Monte (K.A. p. 369).
- **CALDONAZZO.** Anno 1650. I Someda investiti miniera di vetriolo («Zeitschrift des Ferdinandeums» Innsbruck. n. 42 p. 331).
- **CALDONAZZO.** Anno 1656. La miniera passa a Giuseppe Bebel (K.A. p. 369).
- **CALDONAZZO.** Anno 1661. La miniera è investita a Giovanni Barbi (K.A. p. 369).
- **CALDONAZZO.** Anno 1664. Vendita a dal Monte (K.A. p. 369).
- **MANDOLA (Calceranica).** Anno 1678. Lavora un pozzo alla Mandola (A.S.T. Acta mineralia Persen non registrati - Vicario Malfatti).
- **CALCERANICA.** Anno 1905. Giacimento di pirite e minerali di rame presso Vattaro-Bosentino (K.A. «Persen» p. 378).

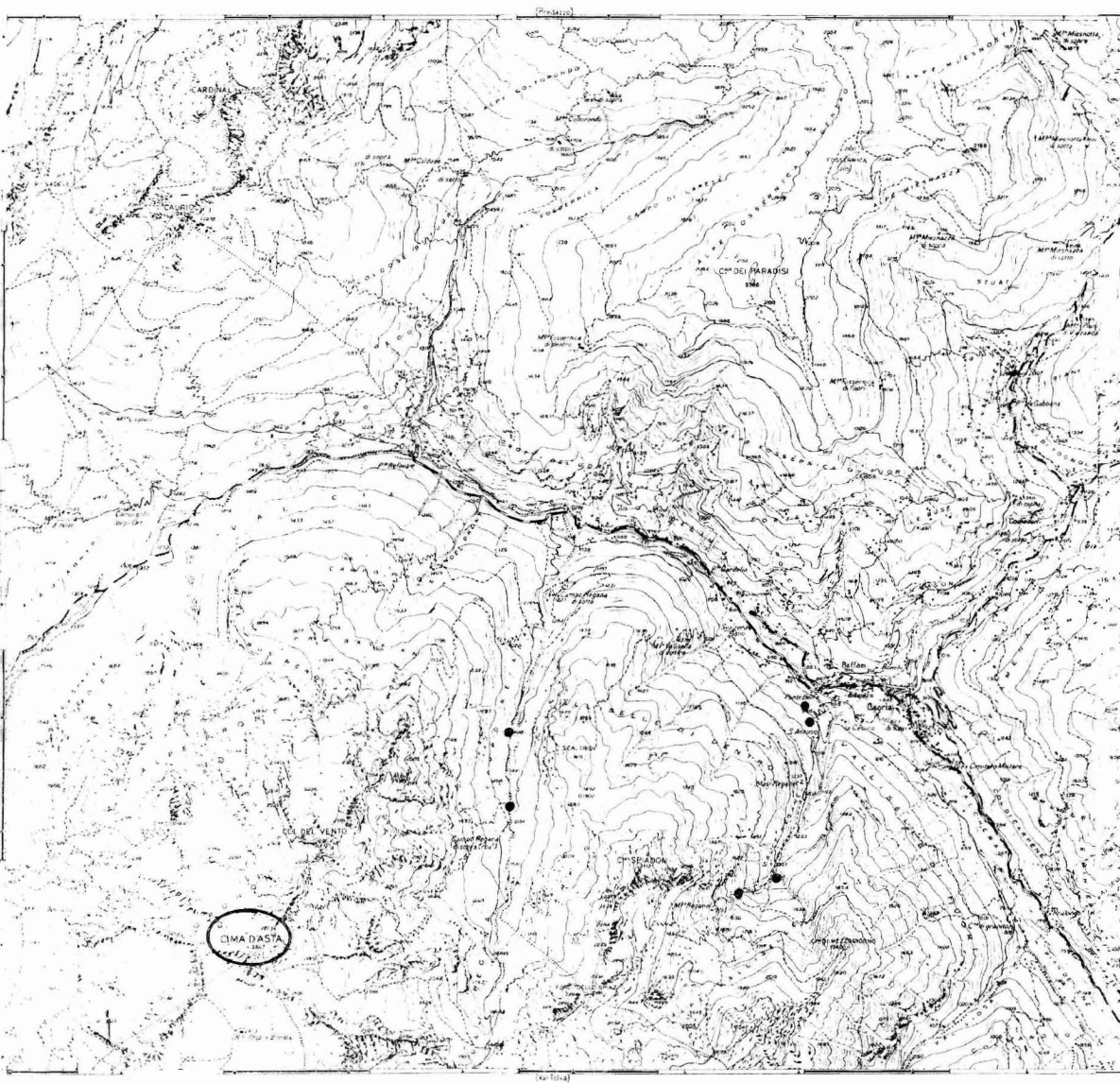
Nella Valle della Mandola rintracciai nel 1973 due levigatoi ed un macinello. Poi una macina romana.

Ciò induce a pensare che i luoghi del vetriolo potessero servire in Ultimo Bronzo come segnalatori di mineralizzazioni di rame (ricordo le acque che scorrono in superficie di queste coltivazioni di color verderame o di un giallino terra Siena-verde) e di conseguenza sfruttati per rintracciare anche piccoli depositi di minerali di rame lenticolari. È opportuno ricordare la presenza della miniera di rame di Calceranica, in prossimità della stessa Mandola, utilizzata fin dal 1905.

Altopiano di Lavarone (Tavola VI^a)

La grande diffusione di scorie grezze, concentrate in luoghi particolari sull'Altopiano di Lavarone, ha sempre suggestionato gli studiosi ed i divulgatori.

(²⁷⁶) Vedi nota 271, p. 243.



Aliprando Gilli ⁽²⁷⁷⁾ scriveva nel 1883-84 che «sull'altopiano si trovavano qua e là scorie, ma anche delle miniere che facilmente si confondono con scorie».

Cesare Battisti nel 1909 ⁽²⁷⁸⁾ ne riconfermava la presenza, ma Desiderio Reich ⁽²⁷⁹⁾ nel 1910 era ancora più chiaro, riportando i luoghi di forni fusori rintracciati da Graziadei di Caldonazzo.

Così vennero fissate su carta a ricordo e conoscenza dei lettori quelle località, in taluna delle quali tutt'oggi si rintracciano scorie grezze anche di notevoli dimensioni.

Località dei Forni

Piano delle Carbonare sulla strada per la Fricca;

Elbele presso i Virti;

cascine Chiesa;

presso il maso Bertoldi;

al Chirchenberg;

ai Rocchetti;

nel bosco Costa di Caldonazzo;

ai Zocchi, tra la valle e l'osteria di Monterovere;

in Vezzena, al Bosson presso la sorgente;

fra i Marcai di sopra e il Costo di sotto;

in fondo alla Brusolada ed il Costo di sopra;

in Millegrobe di Sotto;

ai Marcadei, presso la prima pozza;

alle mandre, presso le sorgenti delle Mandriole;

presso i Masetti di Lavarone-Luserna.

Srbik ⁽²⁸⁰⁾ parlando della località «Chiesa», accennava ad «alte Bergbauspuren» cioè ad antiche tracce minerarie presso lo Horst, l'attuale monte Rust.

Carbonare-Buse. Triangolo Carbonare-Chiesa-Oseli

• AI MOLINI (Buse). Quota 845 m. Scendendo da Carbonare verso la Valle dell'Astico si supera la frazione Buse e sulla destra si incontra una stradicciola di accesso «Ai Molini». Sul-

la stradicciola a sinistra ed a destra verso gli edifici dei mulini si incontrano scorie grezze con spessori di 12-15 cm. e scorie lisce.

• RUST (Virti). Quota 1164 m. Scorie sottili.

• ELBELE (Rust). Quota 1224 m. Scorie grezze ad un quarto di tondo.

• PROMBIS (Rust). Quota 1212 m. Scorie grezze e sottili.

• BIRTI-LENZI. Quota 1114 m. Bordegiando la strada lungo il vivaio di fiori, per una ventina di metri scorie lisce e sottili.

• LEMBLE (Birti-Lenzi). Quota 975-970 m. Scendendo a valle per un ripido sentiero si raggiunge un prato collocato fra uno strapiombo di rocce superiore ed uno inferiore. Nel mezzo un concentramento notevolissimo di scorie grezze che chiariscono la presenza di forni fusori.

Scorie grezze di notevoli dimensioni pure in un muretto artificiale di cinta che guarda sul bosco e sulla valle sottostante.

• OSEL. Quota 1117 m. Scorie lisce e sottili presso la casa sottostante la curva.

Lavarone-Vezzena

• BERTOLDI-PREDARA. Quota 1200 m. Scorie grezze.

• SLAGHENAUF. Quota 1246-1258 m. Sul prato Olbis a monte dell'ultimo scavo di una villetta, alla profondità di 30-40 cm. appare uno strato di terra frammista a carboni di legna e scorie grezze, sulla roccia calcarea che soggiace al mantello di terra un filone di selce grigia con spessori variabili fra 10-7 cm. Le scorie grezze sono chiamate dagli abitanti del luogo «scorie de fêr».

• BISELAR (Slaghenaufi). Quota 2100 m. A destra dell'acquedotto scorie grezze, indice di fusioni.

• OBERHOF (Slaghenaufi). Quota 2200 m. Scorie grezze.

• COMESTRIN (Slaghenaufi). Quota 1320 m. Per andare a Malga Belem scorie grezze.

• MALGA BELEM (Slaghenaufi). Quota 1435

⁽²⁷⁷⁾ GILLI ALIPRANDO: «Minerali utilizzabili del Trentino», in Annuario della Società degli Alpinisti Tridentini (1883-1884, p. 136).

⁽²⁷⁸⁾ BATTISTI CESARE: «Luserna» in Rododendro «VI Trento 1909, p. 52. «Una delle più grandi (malghe) è quella di 'Millegrobe' che in antico, come appare dal

nome e dalle scorie ammucciate, deve esserci stato qualche forno fusorio».

⁽²⁷⁹⁾ REICH D.: «Notizie e documenti su Lavarone e dintorni», Trento 1910, p. 12-13.

⁽²⁸⁰⁾ Vedi nota 271, p. 250.

m. Presso la pozza della malga scorie grezze di piccola pezzatura e scorie lisce-sottili.

• **MALGA RIVETTA.** Quota 1350 m. A valle della strada, in direzione Passo Vezzena, scendendo a mano sinistra a 70 m. presso due larici isolati scorie grezze. Scendendo oltre verso Malga Zochi, sulla destra ed a quota 1330 m. lungo la deviazione secondaria del Rio Bianco scorie grezze e lisce-sottili.

Erns Preuschen risetacciò due volte l'altopiano di Lavarone fissando un primo elenco nel 1962 ⁽²⁸¹⁾, con annotazioni fondamentali per una visione topografico-preistorica.

La parte riguardante Lavarone-Vezzena la evidenziò con il titolo di apertura *Schmelzplatz-Katalog*, cioè: *Catalogo delle piazzole di fusione* fornendolo di una chiara cartografia.

▲ ▲ + 1) **FONDERIA DI TEZZE.** Altitudine 1230 m. L'installazione durante la costruzione della frazione settentrionale di Tezze è stata parzialmente alterata.

Preuschen realizzò un sondaggio-scavo autorizzato dalla prof. Giulietta Fogolari, allora Sovrintendente alle Antichità di Padova. Gli scopi dello studioso erano duplici. Rintracciare nell'area di Luserna, date le caratteristiche ambientali, un possibile forno fusorio e gli elementi tecnici della fonderia per una comparazione strutturale con quelli del Salisburghese. Ciò purtroppo non accadde: trovare le ceramiche annesse che consentissero almeno una datazione comparabile con altri scavi.

Egli sistemò il suo scavo prima della frazione di Tezze, al «Plez de Mozze», completandolo nel 1963, ma dando i risultati alle stampe nel 1965 ⁽²⁸²⁾.

▲ ▲ + 2) **TEZZE NORD.** Altitudine 1240 m. Installazione allargata, fu parzialmente scavata nel 1963.

• **TEZZE** (Frazione a valle di Luserna). Altitudine 1230 m. Sotto casa Gasperi, nella stessa campagna scorie lisce e sottili.

▲ ▲ + 3) **MALGA MILLEGROBE.** Altitudine

1420 m. La installazione importante è prossima ad uno stagno.

• **FONDERIA DI TEZZE.** Si rintracciano scorie grezze di notevoli dimensioni e scorie piatte e lisce di spessori fuori del comune.

• **TEZZE NORD.** Si trovano scorie grezze e grandi nel boschetto che scende sulla destra a valle. Scorie lisce pure di notevole spessore (3 cm.). Incudinelle, levigatoï ed abbondanti noduli di selce, usati come fondenti. Preuschen ha realizzato uno scavo nel 1963 con relativa pubblicazione ⁽²⁸³⁾.

• **MALGA MILLEGROBE.** Vicino alla conca alpestre usata come abbeveratoio si trovano solo frammenti di scorie lisce, tipo piatto con qualche orlo arrotondato. Probabile piazzola lavori al forno con crogiolo.

Millegrobe Luserna

• **CASERMETTE.** Altitudine 1460 m. Prima di raggiungere il forte Campo di Luserna presso i ruderi di una casermetta scorie grezze. Numerosissime un tempo.

• **FORTE CAMPO** (Luserna). Da quota 1520 m. scendendo lungo i vastissimi prati verso Malga Millegrobe, scorie grezze in progressiva diminuzione sostituite poi da scorie lisce e sottili.

• **MALGA MILLEGROBE DI SOTTO.** Altitudine 1426 m. Scorie lisce e sottili evidenziate maggiormente ai bordi della pozza d'acqua.

▲ ▲ + 4) **MALGA RIVETTA.** Altitudine 1310 m. Piccola installazione, da lungo tempo sul terreno di Malga Zochi, all'ultimo termine nord della strada di Vezzena.

▲ ▲ + 5) **PIAZZA FRANTUMAZIONE SCORIE MALGA RIVETTA.** Altitudine 1310 m. Già sul terreno di Malga Zochi esiste una installazione di tre cumuli di sabbia di scorie. Una porzione di questa sabbia di scorie è stata prelevata in tempi recenti.

▲ ▲ + 6) **GRUPPO DI PIAZZOLE DI FUSIONE VEZZENA SUD.** Altitudine 1460 m. Successione quasi ininterrotta di piccole piazzole di fusio-

⁽²⁸¹⁾ PREUSCHEN ERNST: «Bronzezeitlicher Kupfererzbergbau im Trentino», in der Anschnitt XX (1968), Bochum 1968, fasc. I, p. 10-11.

⁽²⁸²⁾ PREUSCHEN ERNST: «Das urzeitliche Kupfer-Verhüttungsgebiet von Lavarone (Trentino)», in der

Anschnitt, XVII (1965), Bochum 1965, fasc. 4-5, p. 8-13.

⁽²⁸³⁾ PREUSCHEN ERNST: «Das urzeitliche Kupfer-Verhüttungsgebiet von Lavarone (Trentino)», in der Anschnitt, XVII (1965), Bochum fasc. 4/5, p. 8-13.

Tavola VI^a





ne sul corso superiore del rio che scorre verso Vezzena.

▲ ▲ + 7) VEZZENA NORD. Altitudine 1420 m. Piccola installazione fusoria in un avvalimento paludoso.

• MALGA BUSA VERLE. Quota 1422 m. Nella località, segnalata per la presenza di scorie, si rintracciano moltissimi nuclei di selce color grigio, importante come fondente. Pure filoncelli affioranti della stessa selce.

▲ ▲ + 8) MALGA MARCAI DI SOTTO. Altitudine 1500 m. Pezzi di scorie grezze sparsi. Installazione non individuabile.

• BUSA MARCAEI DI SOTTO. Quota 1495 m. A valle della malga, discendendo per il pascolo e penetrando nel bosco, presso la vecchia pozza d'acqua si rinvergono scorie lisce e piatte.

▲ ▲ + 9) MALGA COSTO. Altitudine 1400 m. Piccola installazione fra la malga e la strada di Vezzena.

• VIAZZO DELLA VAL TORRA. Altitudine 1320 m. Risalendo a mano destra la forra del ponte Rosatti per settanta m., sotto un bosco rado di abeti, a quota 1320 m. si raggiunge uno spiazzo con calcari affioranti, ricco di frammenti piccoli di scorie grezze piatte e sottili. L'acqua scorre al di sotto nella forra e si intravedono in basso i resti del vecchio ponte di legno.

▲ ▲ + 10) GRUPPO DI PIAZZOLE DI FUSIONE DI MALGA PRINCIPI. Altitudine 1360 m. Impressionante piazza di fusione sul pendio verso Val Morta; la più importante installazione mai vista.

▲ ▲ + 11) MALGA VAL MORTA. Altitudine 1380 m. La installazione evidenziata solamente da alcuni pezzi di scorie grezze.

▲ ▲ + 12) PRATI MASETTI. Altitudine 1270 m. Vasta fonderia sui pascoli alti sopra Masetti.

▲ ▲ + 13) NELLO STESSO LUOGO. Altitudine 1240 m. Pure molte scorie piatte-sottili sulla strada carrozzabile (piazza di III^a fusione).

▲ ▲ + 14) ACQUEDOTTO MASETTI. Altitudine 1200 m. Una piccola fonderia sulla strada accanto alla cisterna di cemento.

• ACQUEDOTTO MASETTI. Quota 1293 m. A valle e sulla destra scorie grezze piccole ed altre lisce e sottili.

▲ ▲ + 15) LIMITE ORIENTALE MASETTI. Altitudine 1180 m. Fonderia parzialmente coperta da macerie di pendio.

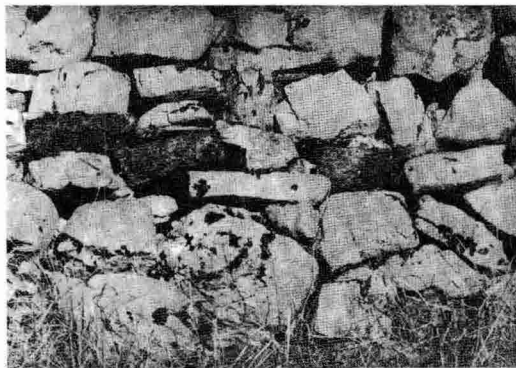
▲ ▲ + 16) PRATI MASETTI. Altitudine 1120 m. Grande installazione, il cui centro si trova su una via carrozzabile limitata da muri di pietra.



Masetti. A valle si scorge la gola fra il dosso Ekela e Cianek dove si trovano le scorie grezze.



Il dosso Cianek è un eccezionale castelliere.



Nei muri campestri ed a secco per scendere al Cianek si intravedono dovunque scorioni grezzi.

- **DOSSO EKELA-CIANEK (Masetti).** Quota 920-840 m. I prati che scendono a valle verso i due dossi, di cui quello a destra un chiaro castelliere, sono contenuti da muretti a secco fra le cui pietre si rintracciano frequentemente scorie grezze di notevole spessore e dimensioni a forma di quarto e mezzo tondo. Nel vallo tra i due dossi che precipita quasi sul Rio Torto scorie grezze del tipo suaccennato.

- ▲ ▲ + 17) **VAL RIO TORTO.** Altitudine 1160 m. Attraverso l'erosione del Rio Torto sono venute allo scoperto delle grandi scorie discoidi grezze, coperte da 20 cm. di pietrisco calcareo. Queste focacce presentano una spessa patina calcarea, tanto da non essere facilmente identificabili. Potrebbe essere una grande installazione; a 15 m. sulla ripida scarpata verso sud si rintracciano scorie piatte-sottili.

Dopo questo lungo e significativissimo elenco Ernst Preuschen nel 1969 aggiungeva altre due località fusorie:

- ▲ ▲ **SORGENTI DI VAL D'ASSA.** Altitudine 1372 m. Lungo la strada Passo Vezzena-Asiago.

- ▲ ▲ **MALGA CROCIERE.** Altitudine 1410 m. Displuvio Val Torra.

- **MALGA CROJERE.** Altitudine 1410-1404. Scendendo dalla malga verso la pozza della stessa per un tratto di 12 m. scorie lisce e piatte in piccole pezzature con frammenti di scorie grezze.

Nel 1970 Lorenzo Dal Ri rintracciava una fonderia ai Laghetti di Cesare Pesaventi.

- **LAGHETTI DI CESARE PESAVENTI.** Altitudine 1190 m. Nei pressi Malga Elbele scorie grezze, sottili, legno malachitizzato (a lit. Lorenzo Dal Ri 24 ott. 1969).

- **SORGENTI DI VAL D'ASSA.** Altitudine m. 1372. Scorie sottili e sabbia di scorie.

- MALGA LAGHETTO.** Altitudine 1193. Scorie sottili alla base della scarpata che dal laghetto porta all'albergo Monte Rovere.

- **MALGA LAGHETTO-VIVAIO FORESTALE.** Altitudine. Ai margini e dentro i limiti del vivaio, sul bordo della strada che porta ai Masetti, dentro lo stesso tombino mezzi tondi e quarti di scorie grezze e grandi in numero elevato. Importante piazzola fusoria.



Vivaio forestale (Malga Laghetto) Le frecce indicano la località dove si trovano le scorie grezze ed a mezzo tondo.

- **VIVAIO FORESTALE (Malga Laghetti).** Altitudine 1185-1195. Scorie grezze di notevole grandezza in forma di mezzi e quarti di pane vennero recuperate nell'area del vivaio e trasferite al margine inferiore dello stesso sul margine della strada per i Masetti. Il tombino ed il canale di scolo ne erano pieni nel 1969. Le scorie grezze si trovavano pure nel terreno al di là della strada.

- **COMPLESSO CONDOMINIALE MALGA LAGHETTI.** Altitudine 1185 m. Nella vasta area, dove sorge il complesso residenziale, si rintracciarono tre notevoli depositi di scorie grezze che denunciavano chiaramente tre distinte piazzole di fusione. Intorno alle stesse scorie lisce e sottili.

- **BISELTRABE (Masetti).** Altitudine 1290-95. Località chiamata anche Bebele. Scorie grezze e lisce presso l'acquedotto.

- **MASETTI.** Altitudine 940 m. In chiesa, la statua della Madonna è protetta da un cielo di scorie grezze portato dal Cianek.

- **CIANEK.** Altitudine 840 m. Scendendo dalla località Masetti, per i prati ripidissimi, si raggiunge l'inizio di un canalone fra il colle Echela e la località Tarnek. Lì si rintracciano scorie grezze a scendere sul fondo valle.

Carbonare-Folgaria

Benché le testimonianze siano insignificanti, non si può trascurare l'ampia area di Folgaria perché attualmente, nel contesto della lo-

calizzazione delle scorie, è quella parte carente da congiungere a Trambileno. Da Bosentino, Vattaro, Calceranica, Caldorizzo la Valle di Centa porta a Carbonare (quota 1074 m.), centro nevralgico per quattro direttrici:

- 1) Chiesa-Cappelle-Albergo Laghetti-Luserna; Chiesa-Cappelle-Albergo Laghetti-Asiago;
- 2) Val d'Astico-Vicenza;
- 3) Folgaria-Calliano-Valle dell'Adige;
- 4) Folgaria-Serrada-Terragnolo-Arsiero-Schio.

Carbonare propone un discorso di collegamento sia sul fronte della produzione del carbone di legna quanto dell'attività fusoria.

- MASO FIORENTINI (Uberfelder) CARBONARE. Altitudine 1080 m. Salendo di poco a monte dello stesso, in piccolo valloncetto scorie grezze.
- LA CARBONARA. Sulla strada Carbonare-Virti sul bordo ed a valle, a quota 1045, vaste tracce di frammenti di carbone di legna.
- MALGA EBLE. Altitudine 1099 m. Scorie grezze.
- VIRTI. Altitudine 1095 m. Rintracciate nelle scorie monete di Augusto ⁽²⁸⁴⁾.
- FOLGARIA. Durante lo scavo alla località «La Sega» per una casa nuova alla profondità di 80 cm. scorie grezze.
- MEZZOMONTE (Folgaria). Sul «Postel» fra Carpeneda e Mezzomonte rintracciata una fucina dell'Epoca Ferro ⁽²⁸⁵⁾.
- FOLGARIA-CARPENEDA. Castelliere «Pustal» detto «Scandel».
- FOLGARIA-SERRADA. Castelliere «Pustel» detto «Dosso della Purga». Purga è un termine minerario usato dal 1100 in poi. Purgare i metalli, cioè affinarli.

Tutta una serie di possibili test fra Ultimo Bronzo ed insediamenti Epoca Ferro proiettati dagli altipiani verso la via dell'Adige a fissare una strada economica più che per la produzione dei metalli per assicurarne il

commercio verso le Prealpi Vicentine. Anche il Medioevo offre spunti metallurgici in queste aree.

- FOLGARIA. Anno 1282. Maestro Tebaldo è autorizzato alla ricerca di giacimenti di minerali, fondere il ferro raccolto, costruire forni per la fusione e servirsi di leghe esistenti ⁽²⁸⁶⁾.
- FOLGARIA. Nel 1282 le miniere di ferro sono attive sul Monte Molignon (Altitudine 1528) ed il minerale è portato a Vicenza ⁽²⁸⁷⁾.

Trambileno-Vallarsa (Tavola VII^a)

Oltre l'area di Folgaria, considerata in questa ottica come «la strada del trasferimento dei metalli», Serrada immette nella Valle di Terragnolo sul cui versante opposto si trovano due località significative; la Val dei Lombardi e «le Slache».

È illogico, avendo a disposizione sull'altopiano di Vezzene-Lavarone tutto il combustibile adatto a fondere il minerale arricchito di rame, che i fonditori lo trasferissero attraverso una pista difficile a più dislivelli come Carbonare, Folgaria, Serrada, Terragnolo in Val dei Lombardi ed alle Slache.

L'unica spiegazione plausibile per la presenza delle scorie, nei due ultimi luoghi citati, è che i minerali di rame arricchiti dell'area di Recoaro-Schio giungessero ivi attraverso il passo della Borcola od il Pian delle Fugazze facilmente transitabili a quei tempi.

Salendo il Leno, da Rovereto, si entra in Vallarsa e nell'area di Trambileno, corrusca e difficile da percorrere, per la irregolarità del terreno. Per raggiungere «le Slache» e la Val dei Lombardi, con presenza di scorie grezze, si tocca la Pozza seguendo la strada per Giazza e di qui, al terzo acquedotto si giunge alle «Slache». Subito dopo ed a valle, sulla sinistra, affonda la Val dei Lombardi.

⁽²⁸⁴⁾ REICH D.: «Notizie e documenti su Lavarone e dintorni», Trento, 1910, p. 15.

⁽²⁸⁵⁾ ROBERTI G.: «La zona archeologica di Rovereto» in S.T.S.S. XL (1961), Trento, p. 10.

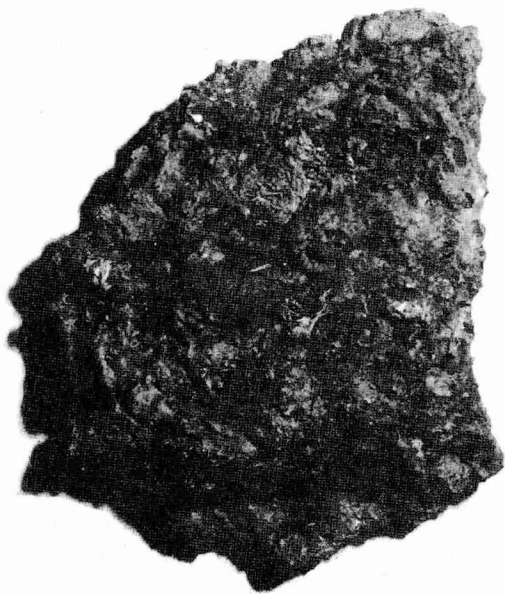
⁽²⁸⁶⁾ ŠEBESTA GIUSEPPE: «Miniére e minatori del Fersina» in Economia Trentina n. 4, p. 73, Trento 1965.

⁽²⁸⁷⁾ SRBICK R.: vedi nota 271, p. 250.

Delle «Slache» hanno parlato Quinto Catoni ed Ernesto Lorenzi ⁽²⁸⁸⁾.

- LE SLACHE. Quota 844 m. Scorie grezze a mezzo pane ed a quarti di spessore fra i 7-11 cm. presso il terzo acquedotto sui due versanti della strada.

- VAL DEI LOMBARDI. Quota 865 m. Sulla strada per il rifugio Lancia subito dopo «le Slache» la valletta scende precipitosamente sul primo Leno verso S. Nicolò. Scorie grezze. Tutti ricordano i rosticci, ma sono difficili da rintracciare (Scorione presso M.U.C.G.T.S.M.A.).



Val dei Lombardi (Terragnolo-Trambileno). Scoria grezza a forma di un quarto di pagnotta.

Vallarsa

- VAL RESTEL. ⁽²⁸⁹⁾ Si raggiunge percorrendo da Rovereto la strada che sale all'Ossario di Castel Dante fino a Foppiano (Furnum plani) e scendendo al nuovo viadotto che sottende Val Restell. Scorie grezze rintracciate a suo tempo dal Gruppo Grotte C.A.I.-S.A.T. Rovereto.

Un accostamento su un'altra direttrice verso il Vicentino.

Se è vero che in Val Restel vennero rinvenute le scorie grezze non sono prive di significato alcune righe di Gian Battista Stoffella ⁽²⁹⁰⁾ del 1823 dove sottolineava che per la strada dalla Pieve di Lizzana «superata la montagna, diffilava lungo la più alta medesima fuor de' luoghi oggidì abitati, e passando al detto Monte di mezzo si ripiegava a destra verso Recoaro».

La stessa carta della Pretura di Rovereto, delineata da Lorenzo Zanconti nel 1785 (Museo Civico-Rovereto-Cartella: Fotografie di vecchie stampe, disegni, mappe del Trentino e Tirolo) mostra le possibili strade di congiunzione coll'area di Schio; strade che seguono la topografia dei torrenti ed in due casi (vedi le frecce ricorrenti) si congiungono, a breve distanza, con altri torrenti sui versanti opposti; vie di comunicazione naturali in Ultimo Bronzo e Ferro verso le ampie aree vicentine.

La zona di Folgaria, attraverso la strada di Serrada, porta a Terragnolo e da qui, per il passo della Borcola o per il Pian delle Fugazze, da una parte a Schio e dall'altra ad Arsiero.

Fra queste due ultime cittadine, accanto al monte Novegno, esiste il Tretto famoso dal

⁽²⁸⁸⁾ CATONI QUINTO: «*Leggende della valle del Leno*» Archivio Folcloristico in Pro Cultura, III (1912), p. 266-167 - Pro Cultura, IV (1913), p. 145-146.

LORENZI ERNESTO: «*Dizionario Etimologico Tridentino*» in Archivio per l'Alto Adige. Voce «Slache» p. 810, «Trambileno» p. 939, «Terragnolo» p. 890-891, «Vallarsa» p. 1004. Gleno 1936.

NB. È opportuno ricordare quanto Lorenzi, a proposito di «Slache», segnala nel Dizionario Topo-

nomastico Tridentino a p. 810; «Ve n'è ancora in quantità e nell'affittanza di alcune malghe si imponeva l'obbligo di sotterrare una certa quantità ogni anno».

⁽²⁸⁹⁾ ANTONELLI CLAUDIO: «*Una fonderia preistorica in Val Restel*» in I Quattro Vicariati e le Zone Limitrofe. Anno XVII, n. 1, 1973, p. 49-55. Ala 1973.

⁽²⁹⁰⁾ STOFFELLA GIAN BATTISTA: «*Storia di G.B. Stoffella della Croce. Vallarsa 1823*», Rovereto 1823.

1400 in poi per la coltivazione delle miniere di argento e rame; area mineraria prossima ai territori di Recoaro (montagna Civilina). Le montagne di Schio, a Torrebelvicino, ci offrono presenza di minerali di rame come quelle di Montauro o Montanaro e della Val Leogra, come la montagna Civilina (Recoaro) ed il Tretto vetriolo.

La cartina al 25.000 di Schio, Tavola VIII^a presentata da Alberti e Cessi ⁽²⁹¹⁾, parla chiaramente di una vasta presenza di escavazioni di minerali di rame tali da pensare ad un discorso legato alla metallurgia preistorica.

Un discorso che evidenzia una tendenza metallurgica Ultimo Bronzo-Ferro diretta dalle

Alpi verso le coste venete e l'estuario del Po e viceversa.

Questa panoramica topografica fra luoghi estrattivo-fusori di Epoca Bronzo, comparata con la topografia storica per le mineralizzazioni e miniere di rame, porta ad alcune considerazioni.

1) La metallurgia preistorica trentina, in generale a quote molto elevate, lascia anche tracce vistose perché la metallurgia storica scava in alto, ma lavora i minerali sul fondo valle ed in luoghi chiave. Pergine stessa ha mulini minerari idraulici operanti nel 1210 (Pergine. Arch. Comunale. Copia a mano del manoscritto: «Designationes») ⁽²⁹²⁾.

Tavola VIII^a



⁽²⁹¹⁾ ALBERTI A. - CESSI R.: «La politica mineraria della Repubblica Veneta», Roma 1927, tavola V. Schio.

⁽²⁹²⁾ Archivio Comunale di Pergine: «Designationes bonorum ad Comunitatem Burgi Pergini», cartella n. 1, anno 1215.



Carta della Pretura di Rovereto anno 1785 (Museo Civico - Rovereto).

2) A quote intermedie, dove senza dubbio ha operato la stessa metallurgia preistorica, si sovrappone quella storica che altera profondamente il territorio perché, con gli scavi di profondità, ha trovato l'ambiente adatto a redditizie escavazioni esasperate.

3) Tracce di operatività fusorie si trovano pure a basse quote come sui Montesei, Doss del Cuz, Aubis, Roncegno, Torcegno.

Queste tre considerazioni-constatazioni chiariscono come i minatori dell'ultima fase del Bronzo Medio e Finale abbiano operato dovunque e a qualsiasi livello dove esistevano affioramenti di mineralizzazioni di rame pur di ricavare qualcosa.

4) Certe aree vaste, pianeggianti ed a quote particolari, ma prive di mineralizzazioni di rame, servirono soltanto per portarvi i minerali arricchiti e trasformarli in metallo (minerali trasferiti anche con lunghi percorsi), per la ricchezza di legname (esaurimento dello stesso in aree limitrofe), per la presenza di fontenti specifici.

5) È presumibile che talune località, come la Val dei Lombardi e le Slache, offrirono la stessa opportunità come Lavarone-Le Vezzene a minerali arricchiti provenienti dal Vicentino.

6) Risulta da questi dati e da altri che Cima d'Asta è uno dei fuochi di una vasta ellisse, anche altimetrica, alla cui periferia affiorano dovunque mineralizzazioni di rame sfruttate in sede preistorica.

7) Se la Valle dei Mòcheni, la Valsugana, il Primierotto fanno parte di un'area complessiva vitale per la metallurgia preistorica del rame, quest'ultimo fu un terreno fertile di produzione per trasferire il rame verso il litorale veneto-estuario del Po od in direzione della stessa Austria? Forse questo è l'impegno più urgente a cui dovrebbe rispondere la ricerca moderna.

Considerazioni sulla trasformazione del paesaggio

Il lavoro estrattivo-fusorio in Bronzo Finale, nelle aree fin qui considerate, deve essere stato così intenso da richiedere l'abbatti-

mento del bosco in modo tale da trasformarlo in spazi aperti di notevole vastità.

In tal modo questa attività demolitrice e la mancata crescita degli alberi, per il terreno reso sterile in parte (carbonaie) ed inquinato (sali di rame-residui ferrosi), aprì la strada ad una nuova attività: il pascolo in Epoca Ferro.

Si ricordi che terreni come lo Jeim e Terrebis impedirono la crescita spontanea della vegetazione per qualche millennio.

Dà consistenza a questa ipotesi, ed indirettamente alla malgagione, il fatto che una buona parte dei test fusori indicativi vennero trovati in luoghi di pascolo dove il bosco non si era più rigenerato.

L'Ultimo Bronzo apre tutta una serie di «piste» logiche per il trasferimento del metallo a distanza.

È lungo queste piste che, in Epoca Ferro, si realizzarono tutta una successione logica di insediamenti, opportunamente scaglionati, a difesa delle piste stesse per il commercio prima del rame ed in seguito del ferro. Esempio evidentissimo i castellieri Folgaria-Serrada-Terragnolo, che si collegano con altrettanti insediamenti nell'area Recoaro-Schio-Thiene, area mineraria intermedia verso l'Adriatico.

Una politica di utilizzazione-trasformazione dei minerali e di riflesso di molteplici attività tecniche si ripresenterà soltanto in Medio Evo, seguendo gli stessi percorsi e proponendo la stessa avventura mineraria.

Se le faggete di Lavarone-Vezzene in Bronzo Finale vennero parzialmente distrutte per fondere i minerali di rame ivi portati, soltanto alla distanza di due millenni e mezzo si rigenerarono a tal punto da permettere alla politica economica vanghiana di sfruttare ancora per produrre carbone di legna ed è pur strano che proprio lì si diffondessero i pascoli e le «casere» più impegnate dal quattrocento all'inizio del novecento.

Torrenti, torrentelli... Le vie più ricercate in preistoria

Non c'è torrente, torrentello, rivo in Val dei Mòcheni che non sia stato risalito in Ultimo Bronzo, né sorgente che non sia stata visitata.

Acqua indicatrice di minerali, acqua necessaria per l'arricchimento, acqua utile per attività fusorie. Sorgenti come quelle di Palù (acquedotto di Palù), della Casara (Roveda), del Rio dell'Argento (Cinque Valli) hanno evidenziato sempre la presenza di rosticci grezzi e lisci e quindi di attività fusorie.

Lo stesso Primierotto presenta queste testimonianze, accanto ad una serie di rivi a risalire verso le sorgenti. L'altopiano di Lavarone non è da meno. Rosticci rintracciati accanto a sorgenti o forre ricche d'acqua (rivi e forre dell'area di Luserna).

C'è inoltre da chiedersi, al di fuori dell'acqua come elemento tecnico (laverie), se non fosse stato più agevole per i ricercatori di minerali, escludendo Lavarone, salire dal fondo valle alle sorgenti per raggiungere le quote più alte senza trovare le «piste» sbarrate.

L'acqua stessa scendendo realizza le strade più logiche e più dirette. Sono i torrentelli lungo certi canali che hanno portato probabilmente i «mineralisti dell'Ultimo Bronzo» sotto la Cima d'Asta.

Sono questi, con il loro incessante dilavamento, che hanno evidenziato taluni filoni semiemergenti.

Dovunque le montagne trentine presentano una lunga successione di colatoi; le piste più dirette per alzarsi in quota e così praticamente le hanno seguite i ricercatori del tempo.

Non una ricerca trasversale di affioramenti di minerali per altimetrie costanti, ma una ricerca salendo dal basso a raggiungere i luoghi utili ed un ritorno per le stesse piste.

La Valle dei Mòcheni, attraverso un sessantennio, mi ha confermato queste possibilità di risalita attraverso i corsi d'acqua. Tutte le volte che ho compiuto percorsi trasversali a quote fisse mi sono incontrato in sbarramenti naturali che mi hanno costretto a giri viziosi con notevoli perdite di tempo e di fatica.

Ricerche in valle risalendo il Fèrsina e raggiunti i vari affluenti seguendo gli stessi.

A conferma, la pista metallurgica Montesei-Doss del Cuz-attraversamento Fèrsina-risalita fino al Rio Mulino-Rio della Casara-Terrebis-lo Jeim.

Lo stesso per Val Cava. Risalita Fèrsina dai Montesei fino al Rio di Valcava-Rio di Valcava-Lago Erdemolo.

Esaurimento di boschi e mancanza di carbone di legna.

Lavarone-Verzèzene

La mancanza assoluta di mineralizzazioni di rame per l'altopiano Lavarone-Verzèzene, dovuta alla presenza massiccia di calcari mesozoici, dove la calcopirite generalmente è estranea, ma la presenza del faggio pone quest'ultimo in un'ottica preferenziale.

La frequentazione e le inoppugnabili testimonianze di operazioni fusorie legate allo sfruttamento della calcopirite non possono essere spiegate se non con lo sfruttamento di questo vasto altopiano, utilizzato esclusivamente per ridurre il minerale in rame metallico.

Come ha sostenuto Ernst Preuschen, il minerale vi veniva trasferito da Cinque Valli attraverso il solco della Valsugana e lì trattato perché l'altopiano, ricchissimo di faggete, consentiva la produzione sicura di carbone di legna e l'alimentazione di una serie di forni fusori operanti probabilmente ininterrottamente.

Sull'altopiano Lavarone-Verzèzene, quindi, si misero in atto due sole operazioni tecniche legate all'uso del fuoco:

- 1) la produzione massiccia di carbone di legna;
- 2) il processo di fusione della calcopirite attraverso i processi multipli illustrati per la produzione di rame commerciabile.

Una domanda torna logica.

Quale motivo spinse i metallurghi del tempo a trasferirvi il minerale?

La risposta più ovvia è che i monti della Valle dei Mòcheni e della Valsugana avessero ormai impoverito a tal punto i loro boschi da rendere necessario lo spostamento del minerale arricchito sull'altopiano, che consentiva pure un accorciamento di distanze dai luoghi di produzione del metallo alle aree di risucchio di quest'ultimo verso il litorale adriatico e la Padania.

È pure opportuno ricordare che l'altopiano di Lavarone era il naturale congiungimento con l'area Recoaro-Schio-Vicenza, ricca di affioramenti di calcopirite sfruttati probabilmente dai Venetici.

Sarebbe importante rispondere a queste precise domande.

1) I minatori-metallurghi che raggiunsero i nostri territori metalliferi vennero dal vicentino-padania, in varie ondate successive, o da oltre Alpe?

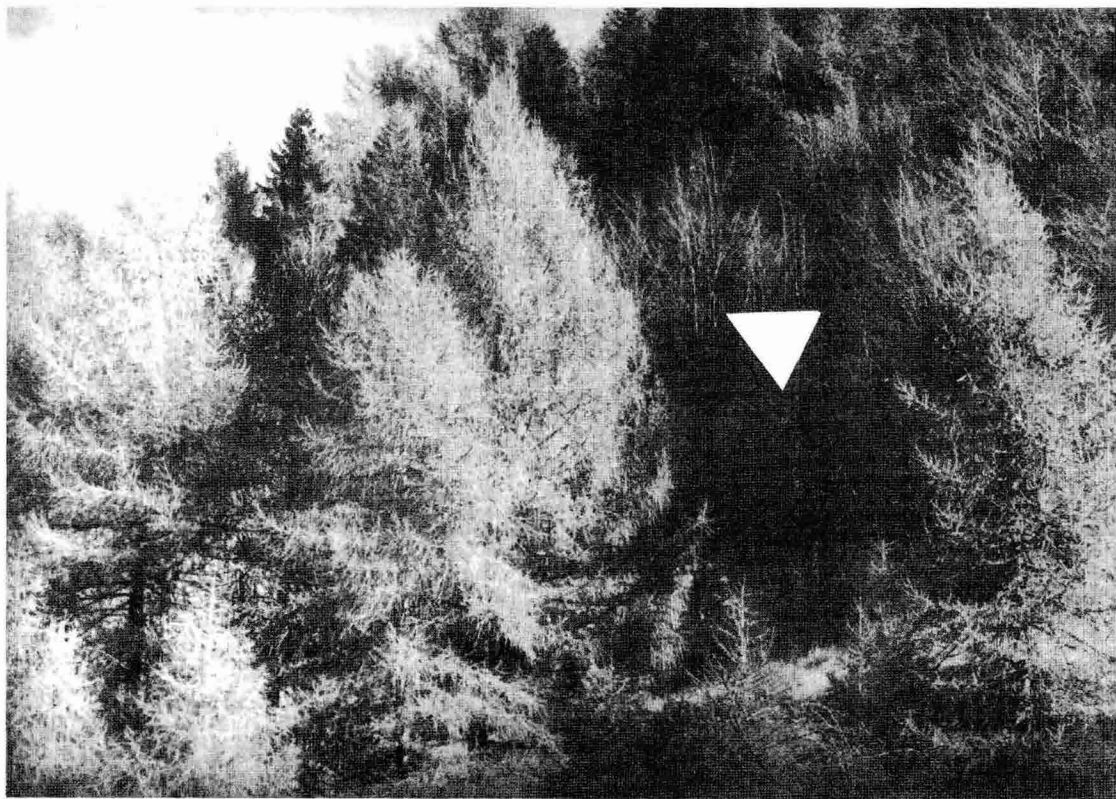
2) Fecero parte delle grandi correnti metalurgiche illirico-balcaniche infiltratesi attraverso il goriziano?

L'analisi degli elementi speciali, come è stato fatto fra Austria e Cecoslovacchia, fra Austria e qualche area del Trentino, dovrebbe

coinvolgere una ricerca comparata fra gli elementi speciali del Tretto (Vicentino) e di Terragnolo, con i lingotti di Este ed il complesso delle scorie di Lavarone, Valle dei Mòcheni.

Questo il compito richiesto alle nuove generazioni per allargare sempre più la conoscenza della via del rame.

Glück auf.
Trento 1991.



MASETTI (Millegrobe - Luserna). Area dell'acquedotto. Presenze di scorie grezze con spessori tra 9 e 12 cm.

DIZIONARI-ENCICLOPEDIA

- BLÜMNER H., *Technologie und Terminologie der Gewerbe und Künste bei Griechen und Römern*. Leipzig 1875.
- DAREMBERG C., SAGLIO E., *Dictionnaire des Antiquités Grecques et Romaines*. Paris 1877-1929.
- DIDEROT-D'ALAMBERT, *Encyclopédie*. Livourne 1770-75, 1778-79.
- DUHAMEL DU MONCEAU, *Art du carbonier*. Paris 1761.
- Enciclopedia delle Arti e Industrie. Compilata da M. Raffaele Pareto. Torino 1878.

CLASSICI

- AGATHARCHIDE, *Da Fozio in Storici minori volgarizzati*. Trad. Blandi S. ed illustrati. Milano 1829.
- LA SACRA BIBBIA. Tradotta da Giovanni Diodati. Londra 1864.
- DIODORO SICULO. In Diodorus Siculus *Bibliothecae historicae libri XV*. Basileae, per Henricum Petri, 1559.
- ERODOTO, *Le storie*. Trad. Augusta Izzo d'Accini. Firenze 1967.
- LUCREZIO. In Tito Lucrezio Caro. *Della natura*. Versione di Enzo Cetrangolo. Firenze 1969.
- OMERO, *Iliade*. Trad. di Ettore Romagnoli. Bologna 1932.
- ORAZIO, *Satire*. Versione di Enzo Cetrangolo. Firenze 1968.
- PLAUTO, *Bacchidi* frag. VIII.10. In Plautus M(arcus) T(itus) Comaediae superstites viginti cum fragmentis deperditurum... Patavii 1725.
- PLINIO, *Naturalis historiae libri trigintasetem a Paulo Manuntis multis locis emendata*. Venetia 1599.
- SENOFONTE, *De vectigalibus*. A cura di Bodei Giglioli. Firenze 1970.
- STRABONE, *Rerum geographicarum libri XVII*. Lipsia 1829.
- POSIDONIO. In Müller-Didot., *Frag. Hist. Graec.*
- PSEUDO ARISTOTELE. *De mir. ausc.* XLVIII.
- TEOFRASTO. Da Theophrastus. *De historia plantarum libri IX...* Venetiis, Aldi et Andreae Asulani 1513.

OPERE MINERARIO-METALLURGICHE

- AGRICOLA. In Giorgio Agricola. *L'Arte de' Metalli*. Tradotto in lingua toscana da Michelangelo Florio, Fiorentino. In Basilea per Hieronimo Frobenio et Nicolao Episcopo M.D.LXIII.
- BIRINGUCCIO. In *Pirotecnica del Signor Vannuccio Biringuccio Senese...* In Bologna, per Gioseffo Longhi, 1678. NB. La prima edizione edita a Venezia nel 1540.
- DALLA FRATTA. In *Pratica Minerale* trattato del March. Marco Antonio della Fratta et Montalbano. In Bologna, Per li Manolesi, 1678.
- LÖHNEYSS G. F. *Bericht vom Bergwerk...*, 1617. NB. Manca il luogo di stampa. NB. L'edizione del 1690 porta Leipzig.

SWEDENBORG E., *Regnum subterraneum sive minerale de cupro et orichalco*. Dresdae et Lipsiae 1734.

SWEDENBORG E., *Regnum subterraneum sive minerale de ferro*. Dresdae et Lipsiae 1734.

BIBLIOGRAFIA

- AITCHISON L., *A. History of Metals*. London 1960.
- AMET P., *Elam*, Aunis sur Oise 1966.
- ALBERTI A., CESSI R., *La politica mineraria della Repubblica Veneta*, Roma 1927.
- ANDREE J., *Bergbau in der Vorzeit*, Lipsia 1922.
- ANGELINI B., BAGOLINI B., PASQUALI T., *Acquaviva di Besenello (Trento)*, in *Preistoria Alpina*, vol. XVI, Trento 1980.
- ANTONELLI C., *Una fonderia preistorica in Val Restel*, in *I Quattro Vicariati e le Zone Limitrofe*. Anno XVII, n. 1, Ala 1973.
- ARDAILLON E., *Les mines du Laurion dans l'antiquité*, Paris 1897.
- AUSSERER K., *Persen-Pergine*, Wien 1915-16.
- BATTISTI C., *Luserna*, in *Rododendro*, VI, Trento 1909.
- BENOIT F., *Souffletes de forge antiques*, in *Revue des Etudes Ancienne*, Bordeaux 1958.
- BIELINEN K., WOYDA S., *Zwei Eisenhüttungszentren des Alttertums im Weichselbogen (1. Jh. v.u. Z-4. Jh. u.Z.) in Eisen + Archäologie Eisenerzbergbau und-verhüttung vor 2000 Jahren um der VR Polen*. Ausstellung im Deutschen Bergbau-Museum Bochum vom 29. Juni bis 13. August 1978.
- BIEK L., *The Examination of some Copper Ores*, in *Man* 1957, London 1957.
- BIRINGUCCIO V., *Pirotecnica del Signor Vannuccio Biringuccio Senese*, lib. VII. Bologna 1678.
- BIRKET-SMITH K., *Le vie della civiltà*, Firenze 1975.
- BLÜMNER H., *Technologie und Terminologie der Gewerbe und Künste bei Griechen und Römern*, Lipsia 1875.
- BUCHNER G., *Gli scavi di Pithecusa*, in *Ricerche contributi e memorie - Atti Centro Studi sull'Isola d'Ischia*, Estratto periodo 1944-1970.
- BUTURĂ V., *Spălarea arului din aluviuni din mineritul țărănesc din muntii Apuseni*, Cluj 1969 - Muzeul Brukenthal. Cibinium 1966.
- CATONI Q., *Leggende della Valle del Leno*, Archivio Folcloristico in Pro Cultura, III (1912), Pro Cultura, IV (1913), Trento.
- CLARK J. G. D., *Europa preistorica*, Torino 1969.
- COGHLAN H. H., *Notes on the Prehistoric Metallurgy of Copper and Bronze in the Old World*. Oxford 1954.
- COGHLAN H. H., *Prehistorical working of Bronze and Arsenical copper*, in *Sibrium* V. Varese 1960.
- COGHLAN H. H., *Prehistoric Copper and some Experiments in Smelting*, in *Trans. Newcomen Society*. XX 1939/40.

CORNIANI DEGLI ALGAROTTI M. A., *Dello stabilimento delle miniere e delle relative fabbriche nel distretto di Agordo*, Venezia 1823.

CURTO S., *Postille circa la metallurgia Antico-Egiziana*, in Mitteilungen des Deutschen Archäologischen Instituts Abteilung Cairo, vol. 18, Wiesbaden 1962.

CZEDIK-EYSENBERG F., *Beiträge zur Metallurgie des Kupfer in der Urzeit*, Arch. A. Beheft 3, Wien 1958.

DAL RI L., Traduzione note e tavole fuori testo Dal Ri. PREUSCHEN E., *Estrazione mineraria dell'Età del Bronzo nel Trentino*, in Preistoria Alpina. Rendiconti della Società di Cultura Preistorica Tridentina. Vol. 9, Trento 1973.

DAUBRÉE M. A., *Aperçu historique sur l'exploitation des mines métalliques dans la Gaule*, Rev. Arch. XLI, Paris 1881.

DONNA G., *Gli Ictimuli e la Bessa*, Torino 1936.

DONNER H., RÖLLING W., *Kanaanäische und aramäische Inschriften*, II, Wiesbaden 1963.

DU BOIS N., *Estrazione dei metalli dal principio sino all'epoca presente*, in Kraemer H., *L'uomo e i minerali*, Milano 1945.

DUHAMEL DU MONCEAU, *Art de Carbonier*, tav. V. Paris 1761.

EIBNER C., *Kupfererzbergbau in Österreichs Alpen*, in Prähistorische Archäologie in Südosteuropa zwischen 1600 und 1000 v. Chr., Berlin 1982.

ELIADE MIRCEA, *Il mito dell'alchimia*, p. 69-70 (purezza dei fonditori), p. 75 (sacrifici fornaci).

FORBES R. J., *Metallurgy in Antiquity*, Leiden 1950.

FORBES R. J., *Studies in Ancient Technology*, vol. IX, Leiden 1972.

FRUMENTO A., *Imprese lombarde nella storia della siderurgia italiana - Il ferro milanese tra il 1450 e il 1796*, Milano 1963.

GARDI R., *Mandara. Monti e popoli sconosciuti del Camerun*, Milano 1957.

GILLI A., *Minerali utilizzabili del Trentino*, in Annuario della Società degli Alpinisti Tridentini (1883-1884).

GRENIER A., *Manuel d'archéologie Gallo-Romaine*, Paris 1934.

GROTTANELLI V., *Ethnologica*, vol. II, Milano 1965.

HARRER H., *Ritorno dall'età della pietra*, Milano 1964.

HAUSER L., *Die bronzezeitliche Kupferschmelzöfen in «Fennhals» über Kurtatsch*, in Der Schlern, vo. 60, Heft 1/2, Bolzano 1986.

HEGI G., *Illustrierte Flora von Mittel-Europa*, vol. III, Wien (1906-1931).

HEILFURTH G., *Bergbau und Bergmann in der deutschsprachigen Sagenüberlieferung Mitteleuropas*, Marburg 1967.

HOFFMANN R., *Vorgeschichtliche Kalhöfe, Eisenschmelzen, Holzkohlegruben*, in Mannus 33, Würzburg 1941.

KLIMA B., *Archaeologické Rozhledy*, 4, p. 193, Brno 1952.

KORAN J., *Prehledné dějiny Československého hornictví*, Praha 1955.

KRAMER H., *Metall und Menschheit*, v. V. Berlino-Lipsia (Non datato).

KROMER K., *Hallstatt*, Wien 1963.

KYRLE G., *Der präistorische Bergbaubetrieb in den Salzburger Alpen*, Österreichische Kunsttopographie, vol. XVII, Wien 1916.

La Minería Hispano e Iberoamericana, v. II. Congreso Internacional de Minería, Leon 1970.

LAUNAY DE L., *Mémoire sur l'industrie de cuivre dans le région de Huelva*, in Annales des Mines. ser. VIII, XVI.

LEVI N., *La Grecia antica*, Torino 1963.

LIVINGSTONE D., *Dernier Journal du Docteur David Livingstone relatant... de 1866 a 1873*, v. I, Paris 1876.

LOE A. DE, *Belgique ancienne*, I, Bruxelles 1928.

LÖHNEYSS G. E., *Bericht von Bergwerke*, Lipsia 1690.

LORENZI E., *Dizionario etimologico Tridentino*, in Archivio per l'Alto Adige, vol. 19, 20, 21, 22. Sotto le voci specifiche. GLENO-LORENZI E., *Toponomastica Möchena*, Trento 1930.

LUCAS A., *Ancient Egyptian Materials*, Ist. Ed. London 1948.

LUZÓN J. M., *Instrumentos mineros de la España Antigua*, vol. I, Leon 1970.

MARINOS G. P., PETRESHECK W. E., *Laurium*. Geological and Geophysical Research, vol. IV, n. 1. Institute for Geology. Athens 1956.

MEROLLA G., *Breve e succinta relazione del viaggio nel regno di Congo nell'Africa meridionale fatto dal P. Girolamo Merolla da Sorrento*, Napoli per Francesco Mosso 1692.

MONTABELLO G. A., *Notizie storico topografiche e religiose della Valsugana e di Primiero*, Rovereto 1793.

MUCH M., *Die Kupferzeit in Europa*, Jena 1893.

MUSSCHE H., CONOPHAGOS C., *Ore-washing establishments and furnaces at Megala Pevka and Demoliaki*, in Thoricos 1969, Bruxelles 1969.

NEUNINGER H., PREUSCHEN E., PITTIONI R., *Spektralanalytische Untersuchungen von Erzen und urzeitlichen Schlacken aus dem Trentino und Südtirol*, in Archaeologia Austriaca 53, Wien 1973.

NEUBURGER A., *Die Technik des Altertums*, Lipsiae 1919.

NOVOTNY B., *Hrob velmože z počátku doby řínské v Praze-Bubeneti*, in Památky archeologické n. 46, Praha 1955.

PELET P. L., *Fer Carbon Acier dans le Pays de Vaud*, Lausanne 1973. PELET P. L., *Siderurgie antique au pied du Jura vaudois*, in Helvetia Archaeologica, fasc. 4, Basel 1970.

PERINI R., *Ciaslir del Monte Ozol*, in Studi Tridentini Scienze Naturali, sez. B, vol. XLVII n. 2, Trento 1971.

PERINI R., *Appunti per una definizione delle fasi della «Cultura Luco»*, sulla base delle recenti ricerche nel Trentino, in Studi Trentini di Scienze Storiche, An. LV, Sezione seconda, n. 1, Trento 1976.

PERINI R., *2000 anni di vita sui Montesei di Serso*, Trento 1978.

PETRIE F., *Researches in Sinai*, London 1906.

PITTIONI R., *Untersuchungen im Bergbaugebiete Kekchalpe bei Kitzbühel, Tirol. Zweiter Bericht (1937-38)*, in Mit-

teilungen der Prähistorischen Kommission d. Akademie d. Wissen. Vol. V, nn. 2-3, Wien 1947.

PITTONI R., *Probleme und Aufgaben der urgeschichtlichen Bergbauforschung auf Kupfererz in der Alten Welt*, in Anzeiger der Österreichischen Akademie der Wissenschaften 87, Wien 1958.

PITTONI R., *Der Schmelzplatz nr. 13 des Bergbaugebietes Jochberg bei Kitzbühel, Tirol*, in *Studia Paleometallurgica*, Archaeologia Austriaca, beiheft 3. Wien 1958.

PITTONI R., *Der Schmelzplatz n. 13 des Bergbaugebietes Jochberg bei Kitzbühel, Tirol*, in *Archaeologia Austriaca* Beiheft 3 Archiv für ur- und frühgeschichtliche Bergbauforschung n. 12, Wien 1958.

PITTONI R., *Urzeit. Von etwa 80.000 bis 15 v. Chr. Geb.*, in *Geschichte Österreichs* v. I, II. Österreichischen Akademie der Wissenschaften, Wien 1980.

PLEINER R., *Zaklady slovanského zeleziského hutnictví v českých - Die Grundlagen des slawischen Eisenhüttenwesens in böhmischen Ländern*, Praha 1958. Fondamenti dell'industria slava del ferro sulla base di ritrovamenti in territorio boemo, in *Sibrium*, vol. VI, Varese 1961.

PLEINER R., *Stare evropské kovářství*, Praga 1962.

POTTIER R., *Chez les Tuareg*, in *Metaux et Civilisation*, Paris 1945.

PREUSCHEN E., PITTONI R., *Untersuchungen im Bergbaugebiet Kelchthal bei Kitzbühel, Tirol. Erster Bericht (1931-36)*, in *Mitteilungen der Prähistorischen Kommission d. Akademie d. Wissen*, vol. VI, nn. 1-3. Wien 1937.

PREUSCHEN E., *Der urzeitliche Kupferbergbau von Vetriolo (Trentino)*, in *Der Anschnitt*, XIV 1962, fasc. 2, Bochum.

PREUSCHEN E., *Das urzeitliche Kupfer-Verhüttungsgebiet von Lavarone (Trentino)*, in *Der Anschnitt* XVII (1965), fasc. 4-5, Bochum 1965.

PREUSCHEN E., *Bronzezeitlicher Kupfererzbergbau im Trentino*, in *Der Anschnitt* XX, fasc. I, Bochum 1968.

PREUSCHEN E., *Estrazione mineraria dell'età del bronzo nel Trentino*, Traduzione note e tavole fuori testo Dal Ri in *Preistoria Alpina. Rendiconti della Società di Cultura Preistorica Trentina*, vol. 9. Edizioni del Museo Tridentino, Trento 1973.

RAGETH J., *Der Lago di Ledro im Trentino*, in *Bericht der Römisch-Germanischen Kommission* 55, I. Berlin 1974.

REICH D., *Notizie e documenti su Lavarone e dintorni*, Trento 1910.

ROBERTI G., *La zona archeologica di Rovereto*, in *S.T.S.S. XL* (1961), Trento 1961.

SANDARS H. W., *On the Use of the Dee-horn Pick in the Mining Operations of Ancients*, in *Archaeologia* LXII, London 1910.

SANDARS H. W., *Grimes Graves Report*, London 1914.

SCHLÜTER CH., *Gründlicher Unterricht von Hütte-Werken*, Braunschweig 1738.

SCHMIDT R., *Die Burg Vučedol*, Zagreb 1945.

SCHWEINFURTH G. A., *Nel cuore dell'Africa. Tre anni di viaggi ed avventure nelle regioni inesplorate dell'Africa Centrale (1868-1871)*, Milano 1875.

SCOPOLI G., *Principi di mineralogia*, Venezia 1778.

ŠEBESTA G., *Miniere e minatori del Fersina*, in *Economia Trentina* n. 4, Trento 1965.

ŠEBESTA G., *Fiaba-leggenda dell'Alta Valle del Fersina e carta d'identità delle figure di fantasia, Calliano (Trentino)* 1973.

ŠEBESTA G., *Interventi e repliche*, in *Convegno interdisciplinare «L'entità Ladina Dolomitica»*, Vigo di Fassa 1976.

ŠEBESTA G., *La via dei mulini*, Trento 1977.

ŠEBESTA G., *Tecnica fusoria di una metallurgia artigianale*, in *Economia Trentina* n. 1, Trento 1977.

ŠEBESTA G., *Importanza del legno nella preistoria dell'uomo*, in *Economia Montana* XVIII, n. 4, Roma 1986.

ŠEBESTA G., *La via del rame*, I, in *Economia Trentina* n. 1. Trento 1987.

ŠEBESTA G., *La via del rame*, II, in *Economia Trentina* n. 1. Trento 1988.

ŠEBESTA G., *La via del rame*, III, in *Economia Trentina* n. 4. Trento 1988.

ŠEBESTA G., *La via del rame*, IV, in *Economia Trentina* n. 2. Trento 1989.

ŠEBESTA G., *La via del rame*, V, in *Economia Trentina* n. 4. Trento 1990.

SIMONIN M. L., *De l'exploitation des mines et de la métallurgie en Toscane pendant l'antiquité et le moyen age*, in *Annales des mines*. ser. V.T. XIV, Paris 1858.

SINGER-HOLMYARD-HALL-WILLIAMS T. I., *Storia della tecnologia*, v. I, Torino 1961.

SITTE-LÜZER E., *Neue pollenanalytische Untersuchungen aus dem Gebiet des Mitterberg Kupferbaues*, in *Archaeologia Austriaca* Beiheft 3, Wien 1958.

SPERGES J. VON, *Tirolische Bergwerksgeschichte mit alten Urkunden*, Wien 1765.

SRBIK V. R., *Überblick des Bergbaues von Tirol und Vorarlberg in Vergangenheit und Gegenwart*, in *Bericht des naturwissenschaftlichen und medizinischen Vereines* XLI. Innsbruck 1929.

STELLA A., *L'industria mineraria nel Principato Vescovile di Trento nei secoli XVI e XVII*, Padova 1953.

STELLA A., *L'industria mineraria del Trentino nel sec. XVIII*, Padova 1957.

STIEREN A., *Vorgeschichtliche Eisenverhüttung in Sudwestfalen*, in *Germania* 1935, Frankfurt 1935.

STOFFELLA G. B., *Storia di G. B. Stoffella della Croce. Val-larsa 1823, Rovereto 1823*.

STORTI C., *Metallurgia del rame*, in *Sibrium* V. Varese 1960.

SWEDENBORG E., *Regnum subterraneum sive minerale de ferro*, Dresdae et Lipsiae 1734.

TARIN Y. G., *Description de la province de Huelva*. In *Darenberg-Saglio-Pottier*.

VILASECA AUGUERA, SERRA S. DE C., BRULL CEDO J., *Excavaciones de plan nacional en el castellet de Banolas, de Tivisia*, in *Informes y Memorias* v. 20, Madrid 1949.

WEISGERBER G., RODEN C., *Römische Schmiedeszenen und ihre Gebläse*, in *Der Anschnitt XXXVII*, Bochum 1985.

WITTER W., OTTO H., *Handbuch der ältesten vorgeschichtlichen Metallurgie in Mitteleuropa*, Leipzig 1952.

WOLFSTRIGL-WOLFSKRON MAX REICHSRITTER VON, *Die Tiroler Erzbergbaue 1301-1655*, Innsbruck 1903.

ZSCHOCKE K., PREUSCHEN E., *Das Urzeitliche Bergbauebiet von Mühlbach-Bischhofshofen*, in *Materialien zur Urgeschichte Österreichs VI*, Wien 1932.

FIGURE UTILIZZATE DAI TESTI DEGLI AUTORI

NB. Si citano gli autori fra parentesi

Fig. 2 (HARRER H.), figg. 3, 4 (MUCH M.), fig. 6 (SINGER-HOLMYARD), fig. 7 (SANDARS H. W.), fig. 9 (British Mus.), fig. 10 (Berlin-Charlottenbur. Staatliche Museum), fig. 11 (Paris. Musée du Louvre), fig. 13 (CURWEN E. C.), fig. 14 (KROMER K.), fig. 15 (CLARK J. G. D.), fig. 19 (LUZON J. M.), fig. 20 (KROMER K.), fig. 22 (MUCH M.), fig. 23 (RUFF A.), figg. 24, 25 (ANDREE J.), fig. 26 (KROMER K.), pag. 28 (MÜNSTER S.), fig. 37 (AGRICOLA G.), fig. 38 (Firenze. Museo Archeologico), fig. 70 (disegno PREUSCHEN E.), fig. 79 (ARDAILLON E.), fig. 80 (MARINOS G. P.), fig. 87 (BUTURA V.), fig. 88 (LÚZON J. M.), figg. 89, 90 (AGRICOLA G.), fig. 91 (LÚZON J. M.), figg. 92, 93 (AGRICOLA G.), fig. 94 (Trento. Ufficio Minerario. Quadro ad olio), fig. 95 (BIRINGUCCIO), fig. 96 (AGRICOLA G.), fig. 122 (CURTO S.), fig. 122a (Cairo. Museo Egizio), figg. 123, 138 (GROTTANELLI V.), fig. 147 (BENOIT F.), fig. 149 (Napoli. Museo Nazionale), fig. 150 (Aquilaia. Museo Nazionale), fig. 157 (BLÜMNER H.), fig. 159 (AMIET P.), fig. 160 (LIVINGSTONE D.), fig. 161 (KRAEMER H.), fig. 166 (MEROLLA G.), fig. 179 (GARDI R.), fig. 181 (ZSCHOCKE K., PREUSCHEN E.), figg. 182, 183 (AGRICOLA G.), fig. 193 (EIBNER C.), fig. 194 (AGRICOLA G.), fig. 195 (Annaberg. Chiesa Sant'Anna. Dipinto altare), fig. 197 (Disegno. NOTHDURFTER J.), fig. 200 (LÖHNEYSS G. E.), fig. 202, 203 (PITTIONI R.), fig. 204 (GOGLAN H. H.), fig. 217 (GARDI R.), fig. 221 (SCHMIDT R.), fig. 224 (PITTIONI R.), fig. 240 (DARENBERG-SAGLIO), fig. 241 (COGLAN H. H.), fig. 242 (TARYN Y.), fig. 243 (STIEREN A.), fig. 244 (BIELENIN K., WOYDA S.), fig. 245 (KORAN J.), fig. 246 (PELET P. L.), figg. 253, 254, 255 (PLEINER R., NOVOTNY B., HOFFMANN R.), fig. 256 (BIRINGUCCIO), fig. 262 (BIRINGUCCIO), fig. 263 (DELLA FRATTA M. A.), fig. 264 (Parigi. Scuola delle Belle Arti - Libro mestieri perduti), figg. 265, 266 (DUHAMEL DU MONCEAU), fig. 267 (DIDEROT-D'ALAMBERT).

FOTOGRAFIE

ŠEBESTA G.

sotto le pagine: pp. 3, 127, 173, 179, 185, 191, 192, 194, 206, 207, 210, 215

sotto le figure: 12, 16, 30, 31, 33, 36, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 52, 53, 54, 58, 59, 69, 94, 99, 108, 109, 110, 111, 112, 115, 116, 117, 118, 124, 129, 148, 184, 205, 209, 210, 212, 225, 226, 230, 230a, 231, 232, 235, 236, 241, 258, 259, 268, 272, 273, 276, 277, 278, 279, 296, 297, 298, 299, 300, 302, 303, 304, 305, 307, 309, 311, 313, 317, 318, 319, 320, 321, 322, 323, 324, 326-1, 327-1, 328, 329, 330, 331, 332, 333, 334, 337, 338, 341, 342, 345, 348, 349, 350, 351, 352, 354, 355, 356

BOBOTIS-ŠEBESTA G. - 78, 81, 82, 83

MUNERATI E. - 201

PERINI R. - 130

PREUSCHE E. - 199

Soprintendenza Aquileia - 150

DISEGNI

ŠEBESTA G.

sotto le figure: 1, 8, 17, 18, 21, 25, 27, 28, 29, 32, 34, 35, 48, 49, 50, 51, 55, 56, 57, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 71, 73, 74, 76, 77, 84, 85, 86, 97, 98, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 113, 114, 119, 120, 121, 125, 126, 127, 128, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 152, 153, 154, 155, 156, 158, 162, 163, 164, 167, 169, 170, 171, 172, 173, 174, 175, 176, 177, 178, 180, 185, 186, 187, 188, 189, 190, 191, 192, 196, 198, 206, 207, 208, 211, 213, 214, 215, 216, 218, 218 a, 219, 220, 222, 223, 227, 228, 233, 234, 237, 238, 239, 247 b c, 248, 249, 250, 251, 252, 257, 260, 261, 269, 270, 271, 274, 275, 280, 281, 282, 283, 284, 285, 289, 291, 292, 293, 294, 295, 301, 305, 308, 310, 312, 314, 315, 316, 325, 335, 336, 339, 340, 343, 344, 346, 347, 353, 357, 358, 359, 360 A, 360 B, 361, 362, 363

MAPPE-TAVOLE

ŠEBESTA G.,

sotto le pagine: 176, 193, 199

sotto le figure: 229, 286, 287, 288, 290, 306, 308, 310, 312
Tavole: I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII (pp. 180, 181, 186, 187, 194, 195, 196, 197, 200, 201, 204, 205, 209, 211)

Ringrazio Luciano Borrelli che mi ha seguito in alcune di queste esperienze. In Val dei Möcheni (Trentino-Valle del Fèsina), in Jugoslavia, Romania, Bulgaria.



Vetriolo (Levico), quota m. 1550. Zona «*Grande Laveria*». Incudinella.



Anno 1968. Scavo del forno alla Vela (Trento). Il preparatore Enrico Broilo ed i tecnici del Museo Tridentino di Scienze Naturali (foto G. Šebesta).

Finito di stampare
nel mese di novembre 2000
dalla Litotipografia ALCIONE - Trento
Fotocomposizione ELIOS - Trento



LIRE 32.000 (iva incl.)

ISBN 88-85352-15-4